

ÉLÉMENTS

DE GÉOLOGIE.

IMPRIMERIE DE P. MARY.

ÉLÉMENTS
DE GÉOLOGIE.

SECONDE PARTIE

DES

ÉLÉMENTS D'HISTOIRE NATURELLE INORGANIQUE,

PAR

J.-J. D'OMALIUS D'HALLOY.

3e ÉDITION.



Bruxelles.
SOCIÉTÉ BELGE DE LIBRAIRIE, ETC.
HAUMAN ET COMPe.

1838

OBSERVATION

PRÉLIMINAIRE.

Je ne pourrais aujourd'hui, comme en 1831, excuser les imperfections de cet ouvrage, notamment son défaut de développement, sur le peu de temps que j'avais pu donner à sa composition; mais l'accueil que l'on a bien voulu faire à la première édition, et le but que je m'étais proposé, m'ont fait un devoir de conserver mon plan primitif. Je me suis, en conséquence, borné à faire les additions nécessaires pour tenir ce livre au courant de l'état actuel de la géologie et le mettre en harmonie avec le mode de classification des diverses branches des sciences naturelles, que j'ai été conduit à adopter par la rédaction d'un autre volume, publié en 1834, afin de servir d'*introduction* à celui-ci *. J'y ai, entre autres, ajouté une description très-abrégée de la surface de la terre, considérée sous le rapport purement géographique; travail devant lequel j'avais reculé jusqu'à présent, à cause des difficultés que j'y voyais, et parce que je devais y répéter des choses qui se trouvent dans toutes les géographies ordinaires, c'est-à-dire, dans des livres qui, traitant de statistique plus que de géologie, ne sont pas dans le cas d'être remplacés par celui-ci. Depuis lors j'ai senti que cette

* *Introduction à la Géologie, ou Première partie des Éléments d'histoire naturelle inorganique, contenant des notions d'astronomie, de météorologie et de minéralogie.*

dernière considération devait être écartée par la raison que, mes deux volumes étant destinés à présenter, jusqu'à un certain point, l'ensemble des *éléments* de ce que j'appelle *histoire naturelle inorganique*, je ne devais pas être arrêté par la crainte de répéter des choses dites dans des ouvrages où, selon ma manière de voir, elles ne sont pas à leur véritable place; et j'ai trouvé qu'il était inconvenant de laisser mon cadre incomplet, sous le prétexte des difficultés du sujet, lorsque l'on avait montré tant d'indulgence pour mon premier travail. Je me suis donc décidé à invoquer de nouveau cette indulgence pour une addition qui en a d'autant plus besoin, que je n'en ai commencé la rédaction qu'au moment où il a été question d'entreprendre la présente réimpression.

D'un autre côté, on trouvera, peut-être, qu'il eût convenu d'ajouter également à ma géognosie une indication de tous les lieux où l'on a observé les différents terrains que l'on distingue dans l'écorce du globe; mais, outre que ce travail est absolument au-dessus de mes forces et aurait donné à ce livre un développement qui l'eût éloigné tout à fait de son but, il est à remarquer que, dans l'état actuel de la science, il n'y a peut-être pas d'inconvénient à ce que les ouvrages généraux se bornent à tracer les cadres en laissant aux descriptions spéciales le soin d'en faire l'application aux différentes localités. Cependant, tout en partant de ce principe, j'ai cru que, au lieu de faire des descriptions générales de chaque terrain, il était souvent préférable de décrire des exemples de ces terrains pris dans des contrées qui pouvaient, en quelque manière, servir de type, et que je choisissais, le plus que possible, parmi celles que j'avais vues par moi-même. Si cette marche rend les descriptions moins complètes, elle a l'avantage de les rendre plus indépendantes de tout esprit de système; car, quels que soient les changements que subissent les opinions scientifiques, les lieux et les choses demeurent les mêmes. On sent, par exemple, qu'une

description exacte de Kœnigstein, placée à l'article du terrain liasique, pourrait encore être utile au lecteur, qui, à l'instar de la plupart des géologistes actuels, considérerait le grès de cette localité comme appartenant au terrain crétacé, puisqu'il suffirait, pour remettre les choses à leur place, de reporter cette description à l'article qui traite de ce dernier terrain, tandis que, si on réunissait dans une seule description les caractères du grès de Kœnigstein avec ceux du grès de Luxembourg, cette description ne pourrait être d'aucune utilité aux personnes qui considèrent ces deux dépôts de grès comme appartenant à des époques géologiques différentes, et deviendrait tout à fait erronée, dès que cette différence serait prouvée par des faits incontestables. J'aurais peut-être dû multiplier davantage ces exemples, et surtout en donner pour toutes les espèces de terrains; mais, outre qu'il m'eût été quelquefois difficile de faire une bonne description de contrées pour lesquelles il me manquait des matériaux en harmonie avec l'état actuel de la science, il y a des terrains dont toutes les parties se ressemblent tellement, qu'une description particulière ne serait qu'une répétition de la description générale.

Je ne répéterai point ici ce que j'ai dit lors de la première édition de cet ouvrage, ainsi que dans l'*Introduction à la Géologie,* sur les motifs qui m'ont porté à ne pas traiter de ce qui a rapport à l'histoire de la science, et, par conséquent, à ne faire de citations qu'autant qu'elles étaient nécessaires, soit pour l'intelligence du sujet, soit pour faire sentir qu'un fait avancé, n'étant pas encore bien prouvé ou qu'une opinion émise n'étant pas encore généralement adoptée, devaient, en quelque manière, demeurer sous la responsabilité de leurs auteurs.

Ce volume étant, ainsi que je viens de l'indiquer, la suite de mon *Introduction à la Géologie,* je supposerai que l'on connaît tout ce qui est contenu dans cette dernière, et j'y renverrai par

une simple citation, entre parenthèses, du numéro, en ayant soin, pour éviter la confusion des numéros de l'*introduction* avec ceux du présent ouvrage, de faire précéder l'indication des premiers par les syllabes *ast.*, *mét.* ou *min.*, selon que l'article auquel je renvoie se rapporte à l'*astronomie*, à la *météorologie* ou à la *minéralogie*.

ÉLÉMENTS

DE

GÉOLOGIE.

DE

LA GÉOLOGIE EN GÉNÉRAL.

---

1. *Objet et division de la Géologie.*—La *Géologie,* ou *science de la terre,* a pour but de faire connaître celles des propriétés générales de cette planète que l'inaccessibilité des autres astres ne nous permet pas d'étudier dans ceux-ci. Ces propriétés pouvant être envisagées sous trois points de vue principaux, selon qu'elles ont rapport à la configuration de la surface de la terre, aux matériaux qui la composent et aux phénomènes qui modifient cette configuration et ces matériaux, nous divisons la géologie en trois branches, que nous désignons respectivement par les noms de *Géographie,* de *Géognosie* et de *Géogénie;* lesquelles vont faire successivement le sujet des trois livres suivants *.

* On trouvera au commencement de l'*Introduction à la Géologie* quelques détails sur la manière dont je divise les sciences naturelles en général, et je donnerai, au commencement de chacun des trois livres qui composent le présent volume, quelques observations sur le sens que j'attribue respectivement aux mots *géographie*, *géognosie* et *géogénie*.

LIVRE PREMIER.

DE LA GÉOGRAPHIE.

2. *Objet et division de la Géographie.*— On vient de voir que la géographie, telle que nous l'entendons, a pour but de faire connaître la configuration de la surface de la terre : étude qui peut être envisagée sous le rapport des divisions que les diverses positions de cette planète, à l'égard du soleil, permettent d'y établir, ainsi que sous le rapport des inégalités de la surface externe de sa croûte solide et sous celui des eaux qui recouvrent une partie de cette croûte; d'où l'on peut diviser la géographie en trois branches principales, que l'on désigne par les épithètes d'*astronomique*, d'*orographique* et d'*hydrographique*. Nous ne suivrons cependant pas exactement cette division, parce que, comme on est dans l'habitude de réunir les considérations orographiques et hydrographiques pour diviser, nommer et décrire les diverses portions de la terre, nous nous écarterions trop de l'usage ordinaire, si nous voulions suivre une autre marche. Par la même raison nous nous occuperons en même temps de quelques circonstances relatives à l'écoulement des eaux qui touchent de très-près aux phénomènes géogéniques, mais qui ont trop de relations avec les inégalités du sol, pour que leur étude en soit séparée. Nous donnerons ensuite quelques notions sur les cavités qui se trouvent dans la croûte solide de la terre; objet que l'on est aussi habitué à traiter dans la géographie, mais qui, peut-être, appartient plutôt à la géognosie, et nous ajouterons à ces généralités une description abrégée des diverses parties de la surface du globe terrestre *.

* On voit par ce qui précède que, dans ma manière de voir, la *géographie proprement dite* d'une contrée se réduit aux considérations relatives à sa *position astronomique*, déterminée par sa latitude et sa longitude; à sa *constitution orographique*, c'est-à-dire, aux détails concernant son *relief;* tels que la forme et la direction des montagnes et des vallées, la hauteur au-dessus du niveau de la mer ou son enfoncement en dessous de ce niveau, et à

son *hydrographie*, qui a pour objet l'état des eaux, ainsi que l'étendue et la forme des parties qu'elles recouvrent, et des bassins dans lesquels elles s'écoulent; mais on comprend ordinairement sous le nom de *géographie* une réunion de connaissances beaucoup plus étendues, et que l'on divise en *géographie mathématique*, *physique* et *politique* : marche qui a l'inconvénient de réunir, sous une même dénomination et comme objet principal, des sciences appartenant à deux classes différentes de connaissances; savoir : aux sciences naturelles et aux sciences morales et politiques. D'un autre côté, la dénomination de *géographie physique*, sous laquelle on réunit tout ce qui, dans cette collection de connaissances, n'est ni mathématique ni politique, a le défaut d'annoncer, entre la géographie et les *sciences physiques proprement dites*, un rapprochement qui n'existe pas; car la géographie, telle que je l'entends, ne s'occupe, en général, que de faits accomplis, tandis que les sciences physiques ne s'occupent que de phénomènes, c'est-à-dire, d'actions. Aussi, considérée sous ce rapport, la branche de géologie que j'appelle *géogénie*, est-elle plutôt une *géographie physique* que celle qui fait le sujet de ce chapitre. Il est à remarquer également que la *géographie mathématique* ou, pour parler plus exactement, la *géographie astronomique*, peut aussi être considérée comme une *géographie physique*, puisqu'elle repose sur des faits physiques, c'est-à-dire, sur la marche de la terre autour du soleil. Cependant, voulant m'écarter le moins possible des usages reçus, j'avais, lors de la première édition de cet ouvrage, désigné par le nom de *géographie physique*, les connaissances relatives à l'étude orographique et hydrographique de la terre; mais ayant reconnu, depuis lors, que cette étude devait former un même groupe avec la *géographie astronomique*, puisque le but de l'une et de l'autre est également la connaissance de la configuration de la surface de la terre, il s'est trouvé que ma première branche de géologie différait de la *géographie physique* des géographes, non-seulement par ce qu'elle contient en moins, ainsi que je le disais en 1831, mais aussi par ce qu'elle contient en plus. Dans cet état des choses, j'ai cru pouvoir abandonner l'épithète de *physique* et restreindre l'application du mot *géographie* de la manière indiquée ci-dessus.

On trouvera peut-être qu'il eût mieux valu créer un nom spécialement applicable à cette réunion de connaissances; mais je pense que l'on ne doit faire de nouveaux mots que quand il est absolument impossible de régulariser l'emploi des noms existants; d'autant plus que, s'il fallait créer des noms particuliers chaque fois que l'on restreint ou que l'on étend l'acception donnée à un nom existant, il n'y a presque pas d'auteur qui ne devrait changer les dénominations des choses dont il traite. Du reste, quoique je trouve plus rationnel, ainsi que je l'ai déjà indiqué, de renvoyer tout ce que l'on appelle *géographie politique* aux ouvrages de *statistique*, la circonstance que l'on est habitué à traiter ces matières dans des ouvrages intitulés *géographies*, n'est point, à mes yeux, un motif pour que l'on définisse cette science d'une manière qui contrarie la grande division des sciences naturelles et des sciences politiques. D'un autre côté, il n'y a pas d'inconvénient à ce que les traités de géographie contiennent plus de choses que n'en comporte la définition de la science; ce n'est que la répétition de ce que l'on fait dans les autres branches de nos connaissances. En effet, quoique la zoologie, par exemple, soit une science bien différente et bien indépendante des arts, de l'histoire et de la littérature, tout le monde sentira combien serait incomplet un traité de zoologie, où l'on ne parlerait pas des usages auxquels on emploie les animaux et les matières qu'ils produisent; et la plupart de ces traités contiennent aussi des notions sur l'influence que certains animaux ont exercée sur les événements historiques et sur les chants qu'ils ont inspirés à certains poëtes; ce qui est à peu près la même chose que d'ajouter à la *géographie proprement dite* des notions sur le climat, les phénomènes géogéniques, les terrains, les minéraux, les végétaux, les animaux, les divisions politiques et administratives, les villes, les villages, les routes, la force et la forme des gouvernements, les revenus publics et privés, l'état moral des populations, les événements historiques, etc. Or, quoique toutes ces notions,

considérées d'une manière indépendante, appartiennent respectivement à la météorologie, à la géogénie, à la géognosie, à la minéralogie, à la botanique, à la zoologie, à la statistique et à l'histoire, on peut dire qu'elles deviennent de la géographie, lorsqu'elles ne sont envisagées que comme un accessoire destiné à compléter l'ensemble des connaissances relatives à la contrée ou à la localité dont on s'occupe; de même que les notions sur le gisement des minéraux, sur les avantages que l'agriculture retire de certains végétaux, sur l'influence que certains animaux ont exercée sur l'érection ou sur la conservation de certaines associations politiques, deviennent respectivement de la minéralogie, de la botanique et de la zoologie, lorsque ces notions n'ont pour but que de compléter l'énumération des circonstances propres à faire connaître le minéral, le végétal ou l'animal dont on s'occupe; de même aussi que des notions sur la position astronomique d'une contrée, sur son relief et sur les eaux qui la baignent ou l'arrosent, deviennent de la statistique quand elles ne sont données que comme un moyen de connaître l'État ou la nation à laquelle cette contrée appartient; d'où l'on voit que, dans la pratique, la différence entre la géographie et la statistique ne consiste, pour ainsi dire, que dans ce que les considérations qui forment le sujet principal de l'une, deviennent accessoires dans l'autre, et réciproquement.

CHAPITRE PREMIER.

DES DIVISIONS ASTRONOMIQUES DE LA TERRE.

3. *Projection des cercles de la sphère céleste sur la surface de la terre.* — Il était important, pour l'étude de la surface de la terre, surtout pour parvenir aux moyens de représenter graphiquement la position des lieux, ainsi que pour se diriger dans les parties de cette surface que l'on ne connaît pas ou qui sont dépourvues de signes distinctifs; il était important, disons-nous, d'avoir un moyen de division qui réunît le double avantage de pouvoir s'appliquer à toute la terre sans avoir besoin d'en faire l'exploration, et de permettre à un observateur qui se trouve sur un point quelconque de pouvoir déterminer la position de ce point par rapport à la division générale dont il s'agit. Or ce que nous avons dit (*ast.* 65) de la sphère céleste doit faire pressentir la possibilité d'atteindre ce but; car, l'astronomie donnant les moyens de déterminer la position d'un point quelconque du ciel, il ne s'agit, pour déterminer la position d'un point de la terre, que de chercher les rapports de la sphère céleste avec la surface de la terre, ou, comme on dit en géographie, avec la *sphère terrestre.*

Or, la sphère céleste ayant le même centre que la sphère terrestre, on aperçoit de suite que les plans des grands cercles de la sphère céleste passant par le centre de la terre, les points où ces plans coupent la surface du globe y décrivent aussi des grands cercles correspondants à ceux de la sphère céleste. On peut également considérer les petits cercles de la sphère céleste comme les bases de cônes qui ont leurs sommets au centre de la terre, et alors les points où ces cônes coupent la surface du globe, décrivent sur celle-ci des cercles qui ont les mêmes positions relatives que ceux de la sphère céleste. De cette manière on transporte sur la sphère terrestre non-seulement l'*équateur*, l'*écliptique*, les *tropiques* et les *cercles polaires*, mais aussi les parallèles et les cercles horaires, que l'on nomme respectivement *cercles de latitude* et *cercles de longitude*, ou *méridiens terrestres*, parce que les coordonnées

que l'on appelle *déclinaison* et *ascension droite* sur la sphère céleste, se nomment *latitude* et *longitude* sur la sphère terrestre.

4. *Latitudes et Longitudes.* — La latitude d'un lieu est donc sa distance à l'équateur, mesurée sur un grand cercle perpendiculaire à ce dernier, c'est-à-dire, sur un méridien ; ou, en d'autres termes, l'angle formé par deux rayons partant du centre de la terre et aboutissant, l'un au lieu dont il s'agit, l'autre à l'équateur ; la longitude est l'arc de l'équateur compris entre le méridien du lieu et celui d'un autre lieu déterminé que l'on prend pour premier méridien ; ou, en d'autres termes, l'angle formé par les plans de ces deux méridiens.

On compte la *latitude* à partir de l'équateur, de sorte qu'on la distingue en *australe* et *boréale*, et que les pôles forment le 90e degré de latitude de chaque hémisphère.

Quant à la longitude, comme il est plus facile pour les astronomes de faire leurs calculs en prenant pour point de départ le méridien du lieu où ils font leurs observations, on n'a pu s'entendre pour l'adoption d'un premier méridien uniforme ; et la plupart des nations comptent la longitude à partir du méridien de leur principal observatoire. On a cependant proposé et quelques peuples ont adopté comme premier méridien commun, celui passant par l'île de Fer, l'une des îles Canaries. Du reste, on est assez généralement dans l'habitude de compter la *longitude* de chaque côté du premier méridien en la désignant par l'épithète d'*orientale* ou d'*occidentale ;* de sorte que chaque hémisphère se trouve divisé en 180 degrés, et que la partie de grand cercle qui forme le zéro du côté de la terre où est situé le point de départ, forme du côté opposé le 180e degré pour la série orientale, aussi bien que pour la série occidentale.

5. *Cartes géographiques.* — On voit donc qu'il suffit de déterminer la latitude et la longitude d'un lieu pour connaître la véritable position de ce lieu sur la sphère terrestre, et qu'à l'aide de cette connaissance pour un grand nombre de lieux, on peut dresser des *cartes géographiques*, c'est-à-dire, des plans qui représentent tout ou partie de la surface de la terre. Mais l'examen des procédés à employer pour atteindre ce but n'entre pas dans le cadre que nous nous sommes tracé *.

* Nous rappellerons cependant ici que la détermination de la latitude d'un lieu est une opération fort simple, puisqu'il suffit d'y prendre la hauteur du pôle (*ast.* 68), cette hauteur exprimant la latitude ; car, prendre la hauteur du pôle, est mesurer l'angle que forme le pôle avec l'horizon ; or, le zénith formant un angle droit avec l'horizon, tandis que le pôle forme un angle droit avec l'équateur, et ces deux angles droits ayant pour complément commun l'angle droit formé par la distance du zénith au pôle, il en résulte que l'angle qui sépare le zénith de l'équateur est égal à celui qui sépare le pôle de l'horizon, ainsi qu'on peut le voir dans la figure 8, pl. 1re, de l'*Introduction à la Géologie*, où HH' représente l'horizon, P le

6. ***Grandeur des degrés de latitude et de longitude.*** — Les cercles de longitude étant de grands cercles, ou plutôt de demi-grands cercles, puisque la continuation de l'arc qui parcourt un hémisphère est désigné par un numéro différent dans l'hémisphère opposé, ils ont une longueur uniforme, sauf les inégalités qui peuvent résulter des irrégularités de la figure de la terre ; mais les cercles de latitude ont une longueur constamment décroissante, depuis l'équateur jusqu'aux pôles, lesquels représentent les deux derniers cercles de latitude et qui, n'étant que des points, n'ont aucune étendue. Par suite de cette disposition, l'espace compris entre chaque degré de latitude va continuellement en diminuant de l'équateur au pôle, où il est réduit à zéro. Tandis que l'espace compris entre chaque degré de latitude serait uniformément de 111,111 mètres, si la terre était réellement une sphère, et si ses méridiens avaient 40,000,000 de mètres, ainsi qu'on l'a supposé lors de l'établissement du système métrique *; mais l'aplatissement de la terre au pôle et les autres irrégularités de sa configuration sont cause que les espaces compris entre deux degrés de latitude, ou en d'autres termes les degrés du méridien, présentent des différences selon les latitudes et selon les lieux ; de sorte que, tandis que les mesures faites vers le 45e degré de latitude boréale approchent sensiblement de la longueur moyenne donnée ci-dessus, celle faite en Laponie sous le 66e degré de latitude boréale, par M. Swanberg, a donné 111,471 mètres, et celle faite à l'équateur, par Bouguer, a donné 110,618 mètres. Il paraît en outre que les dimensions de l'hémisphère austral sont, ainsi que nous l'avons déjà indiqué (*ast.* 36), un peu plus étendues que celles de l'hémisphère boréal. Mais, d'un autre côté, les diverses mesures de degrés terrestres qui ont été effectuées, présentent des anomalies si considérables, que M. Arago

pôle, Z le zénith, EE l'équateur céleste, et où, par conséquent, la hauteur du pôle est l'angle PTH'.

La détermination directe de la longitude est plus compliquée; mais on peut l'obtenir aisément à l'aide des *montres marines* ou *garde-temps;* car le mouvement diurne de la terre étant cause que les astres mettent, ainsi qu'on l'a vu dans l'astronomie, un jour ou vingt-quatre heures, pour se retrouver au méridien d'un même lieu, et le parallèle qu'un astre est censé décrire dans la sphère céleste correspondant à un cercle de latitude divisé en 360 parties par les degrés de longitude, il en résulte que l'astre est censé décrire régulièrement 15 degrés de longitude par heure ; de sorte que, si la montre est réglée de manière à marquer 0h 0′ 0″ au moment où une étoile quelconque passe au premier méridien, il suffira d'observer l'heure qu'indiquera cette montre au moment où cette même étoile passera au méridien du lieu où l'on se trouve, et cette heure, multipliée par 15, indiquera la longitude du lieu.

* Le système métrique avait été établi pour que le mètre exprimât exactement la dix-millionième partie du quart du méridien terrestre. Mais, d'après de nouvelles opérations, que l'on croit plus exactes, la longueur de ce quart du méridien serait de 10,000,723 mètres ; ce qui toutefois ne donnerait qu'une différence imperceptible entre la longueur affectée au mètre et celle qu'il aurait dû recevoir.

pense qu'on ne peut les attribuer aux irrégularités de la forme de la terre, mais qu'elles doivent plutôt leur origine à la diversité de composition de cette planète, d'où résultent des attractions locales qui font dévier le fil à plomb, et rendent inexacte la détermination de la latitude de ces lieux.

7. *Division de la surface de la terre en cinq zones.*— Les tropiques et les cercles polaires divisent la sphère terrestre en cinq zones parallèles. La première au nord, comprise entre le pôle et le cercle polaire, est appelée *zone glaciale du nord;* la seconde, comprise entre le cercle polaire boréal et le tropique du cancer, est la *zone tempérée boréale;* la troisième, comprise entre les deux tropiques, est la *zone torride;* la quatrième, comprise entre le tropique du capricorne et le cercle polaire austral, est la *zone tempérée australe;* enfin la cinquième, au sud du cercle polaire austral, est la *zone glaciale du sud.* Chaque point de la zone torride a deux fois par an le soleil à son zénith, tandis que le soleil n'est jamais au zénith des autres zones. Mais cet astre paraît toutes les vingt-quatre heures sur l'horizon d'un point quelconque des deux zones tempérées; tandis que dans les zones glaciales il y a une période où le soleil ne paraît pas toutes les vingt-quatre heures à l'horizon, laquelle période va toujours en augmentant; de manière qu'au pôle il doit y avoir un intervalle de six mois où le soleil est constamment visible et six mois où il est invisible, sauf les effets de la réfraction, qui semble être plus considérable au pôle que dans les autres parties du globe.

CHAPITRE II.

DE LA DISTRIBUTION DES TERRES ET DES EAUX A LA SURFACE DU GLOBE.

8. *Division en terres et en eaux.*— La surface du globe terrestre présente des parties ordinairement solides et des parties ordinairement liquides. Les premières sont désignées par le nom de *terres*, et les secondes par celui d'*eaux* *. Les unes et les autres se divisent en diverses portions, qui reçoivent des noms particuliers d'après leur étendue, leurs formes ou leurs positions relatives ; mais ces dénominations, comme presque toutes celles que l'on emploie dans la géographie, résultant de circonstances accidentelles, sont loin de présenter une nomenclature rationnelle, et même de correspondre à un usage général.

9. *Eaux.* — Les *eaux* peuvent se diviser en deux groupes : celles qui font partie d'un immense réservoir qui entoure toutes les terres, et celles qui se trouvent disséminées dans ces dernières.

10. *Mers.*—Les eaux du grand réservoir sont ordinairement appelées *mers* ou *océan*. Ce dernier nom est aussi employé, en y ajoutant une épithète, pour désigner de grands espaces d'eau ; tandis que le nom de *mer*, au singulier, est plus spécialement appliqué à désigner des espaces moins étendus, qui ont ordinairement des espèces de limites tracées par la présence de quelques terres. Lorsque ces terres circonscrivent les eaux de manière que celles-ci ne communiquent avec l'océan que par des passages rétrécis, on leur donne le

* Il est bon de remarquer à cet égard que, dans les lieux où la température est très-basse, l'eau est toujours à l'état solide, ainsi qu'on le verra ci-après ; mais, comme dans les lieux habités l'eau n'est que temporairement à l'état solide, les géographes sont dans l'habitude de ne pas prendre égard à cette circonstance dans leurs grandes divisions, et ils continuent à appeler *terres* les parties du globe où la terre est constamment couverte de neiges ou de glaces, et ils laissent le nom d'*eaux* aux lieux où celles-ci sont toujours couvertes d'une croûte épaisse de glace.

nom de *mers intérieures*. On appelle aussi *golfes* et *baies* des parties d'eaux d'une plus petite étendue qui s'avancent dans les terres; mais l'application de ces noms est fort arbitraire; et, quoiqu'il soit reçu qu'une mer doive être plus grande qu'un golfe, et un golfe plus grand qu'une baie, l'usage consacre quelquefois le contraire. Les marins donnent aussi le nom d'*anse* et de *crique* à de très-petites baies. Ils appellent *rades* les lieux qui leur offrent des abris pour leurs vaisseaux, et *ports* ceux qui présentent en même temps des facilités, soit naturelles, soit artificielles, pour le chargement et le déchargement; mais ces deux dernières dénominations appartiennent à l'art de la navigation et à la statistique plutôt qu'à la géographie proprement dite. Par le nom de *lagune* on entend des parties de mer voisines des terres, souvent resserrées par celles-ci, et dans lesquelles l'eau a généralement très-peu de profondeur.

Lorsqu'une partie de mer, resserrée entre des terres, établit la communication avec d'autres parties de mers plus larges, on lui donne le nom de *détroit*, de *bras de mer*, de *canal* ou de *passage*, sans parler d'autres dénominations particulières à quelques-unes de ces communications, comme celles de Pas-de-Calais, Phare de Messine, etc.

Vers le milieu des zones tempérées, les mers commencent à présenter dans certaines saisons des *glaces*, qui d'abord ne sont que des *glaces flottantes*, amenées des hautes latitudes par les courants, et des *glaces temporaires*, qui se forment le long des côtes pendant les hivers rigoureux. La quantité et la durée de ces glaces vont toujours en augmentant, à mesure que l'on s'avance vers les pôles, et il est un terme où l'on rencontre des *glaces fixes*, c'est-à-dire, où la mer est constamment couverte de glaces. Les limites des glaces fixes sont très-variables et ne sont d'ailleurs pas encore bien déterminées, d'autant plus que des glaces que l'on considère comme fixes, parce qu'elles ont traversé plusieurs étés sans se rompre, peuvent l'être pendant une année plus chaude. En général, on rencontre peu de glaces fixes dans l'hémisphère boréal avant le 80e degré de latitude; mais elles s'avancent beaucoup plus dans l'hémisphère austral, où la navigation est déjà gênée, dès le 60e degré, par les glaces flottantes, et où l'on n'a pas encore pu atteindre le 75e degré.

11. *Eaux des terres.*—Les eaux qui n'appartiennent pas à l'Océan peuvent se diviser en *eaux courantes*, en *eaux stagnantes* et en *eaux solides*, en prenant toutefois la dénomination d'eau stagnante dans un sens relatif plutôt qu'absolu; car la plupart des amas d'eaux que nous appelons stagnantes, sont traversés par des cours d'eau dont ils ne sont alors qu'une espèce de renflement, déterminé par l'élargissement et l'approfondissement de la dépression du sol dans laquelle coulent ces cours d'eau.

12. *Eaux stagnantes.*—Lorsque les eaux que nous appelons stagnantes ont une profondeur suffisante pour présenter réellement une masse d'eau, on les appelle *lacs* et *étangs*, selon que la masse est plus ou moins étendue; mais

ici, comme pour les autres divisions que nous venons de voir, l'usage ne se soumet pas à des règles fixes, et non-seulement on donne quelquefois le nom d'étang à des amas d'eaux plus grands que d'autres que l'on appelle lacs; mais lorsque ces amas sont très-considérables, on leur attribue généralement le nom de *mer;* telles sont la mer Caspienne et la mer d'Aral; on donne même le nom de mer Morte à un petit lac de la Palestine.

On emploie le nom de *marais* pour désigner les lieux où l'eau n'est pas assez profonde pour empêcher la végétation, et où elle est, pour ainsi dire, mélangée avec la terre. Il y a des marais d'une étendue immense et d'autres extrêmement petits. On appelle ordinairement *Savanes,* les grands marais qui se trouvent dans les plaines de l'Amérique méridionale.

13. *Eaux courantes.*—Les *eaux courantes* peuvent se distinguer en *permanentes* et *accidentelles;* les premières se divisent en *fleuves, rivières* et *ruisseaux,* selon l'importance du cours d'eau ; mais, quoique l'on ait souvent voulu appliquer exclusivement le nom de fleuve aux grands cours d'eau qui se jettent directement dans la mer, on désigne souvent le plus grand des cours d'eau connus, par le nom de rivière des Amazones.

Les eaux accidentelles sont quelquefois appelées *eaux sauvages;* et, lorsqu'elles forment des masses considérables qui coulent avec violence et qui exercent des ravages sur leur passage, on leur donne le nom de *torrents.*

Les points où l'on voit sortir de l'eau hors de l'écorce solide du globe, s'appellent *fontaines* ou *sources;* la réunion de deux cours d'eau est nommée *confluent;* et celui des deux cours d'eau qui perd son nom pour prendre celui de l'autre, est un *affluent* de ce dernier. On considère de même comme affluent d'un cours d'eau, tout cours d'eau désigné par un nom différent, qui verse ses eaux dans le cours d'eau ou portion de cours d'eau dont on s'occupe; car il arrive quelquefois que les parties d'un même cours d'eau portent des noms différents. Le point où un cours d'eau se jette dans une mer, dans un lac ou dans un étang, se nomme *embouchure,* et lorsque le cours d'eau se divise en plusieurs *bras* vers son embouchure, celle-ci prend le nom de *bouches.*

Lorsqu'un cours d'eau est dans le cas de franchir brusquement une différence de niveau un peu considérable, on donne à ces chutes les noms de *cataractes,* de *saut,* de *rapides* et de *cascades.* Les trois premiers ne s'appliquent qu'aux grands cours d'ean; celui de cataractes indique ordinairement que le fleuve éprouve plusieurs chutes consécutives, tandis que celui de saut annonce une chute unique. Quant au nom de rapide, on l'emploie lorsque la chute n'est pas assez forte pour produire ce spectacle imposant qui attire l'attention sur les cataractes et les sauts, mais suffit pour intercepter la navigation, ou du moins ponr la rendre dangereuse. On se sert du nom de cascades pour désigner les chutes des cours d'eau peu importants.

14. *Eaux solides.*— Les *eaux solides* sont aussi *permanentes* ou *temporaires.* Ces dernières consistent dans les neiges qui tombent sur les terres, et dans les glaces qui se forment sur les eaux pendant les temps froids, et qui se fondent pendant les moments plus chauds. Les autres consistent dans les neiges et dans les glaces qui résistent à la chaleur de l'été, sans se fondre complétement.

15. *Neiges perpétuelles.*—Les *neiges perpétuelles* se remarquent en général partout où la température moyenne est de 3 à 4 degrés au-dessous de zéro du thermomètre, d'où l'on sent, d'après ce qui a été dit sur la température de l'atmosphère (*Mét.* 93 à 107), qu'elles ne peuvent exister sous la zone torride qu'à une assez grande élévation, mais que cette élévation doit tendre continuellement à s'abaisser, à mesure que l'on s'approche des pôles. M. de Humboldt évalue leurs limites, dans l'hémisphère boréal, de la manière suivante; savoir : sous l'équateur, à 4,800 mètres; sous le 20e degré de latitude, à 4,550; sous le 62e, à 1,750, et sous le 65e, à 950; mais ces limites présentent encore plus de variations et plus d'irrégularités que les lignes isothermes (*Mét.* 102), avec lesquelles elles ont d'ailleurs beaucoup de rapports.

On a été porté à croire que ces limites sont moins élevées dans l'hémisphère austral que dans l'hémisphère boréal; car il paraît qu'à la terre de Sandwich, sous le 58e degré de latitude, les neiges perpétuelles descendent jusqu'au niveau de la mer.

16. *Glaciers.*—Les neiges perpétuelles sont quelquefois situées de manière qu'elles se ramollissent et s'imprègnent d'eau pendant les journées chaudes de l'été, et reprennent de la solidité pendant la nuit; ce qui les transforme en glace et donne naissance à d'énormes amas de cette matière, que l'on appelle *glaciers.* Lorsque ces amas sont placés au-dessus d'une vallée, leur propre poids leur donne un mouvement lent vers le bas de la vallée, et ils se prolongent souvent bien au-dessous des limites des neiges perpétuelles, sans que, vu leur grande masse, la chaleur de l'été puisse les faire rentrer dans ces limites; de sorte que l'on y voit des murs de glace qui sont, pour ainsi dire, ombragés par une brillante végétation; on sent que ce phénomène ne peut avoir lieu que dans les hautes montagnes.

17. *Terres.*—Les terres, considérées relativement à l'espace qu'elles occupent par rapport aux eaux, se divisent en *continents* et en *îles.* Les premières sont celles qui forment de grandes étendues non interrompues par les eaux; les secondes se composent de surfaces moins considérables, entièrement entourées d'eaux. La réunion de plusieurs îles, groupées à peu de distance les unes des autres, forme un *archipel.*

Lorsque des parties de terre qui s'élèvent au milieu des mers sont trop petites pour être appelées îles, ou lorsque, sans être tout à fait à découvert, elles s'approchent assez de la surface pour gêner la navigation, les marins

leur donnent le nom de *bancs*, si elles sont formées de matières meubles, sur lesquelles les vaisseaux pourraient échouer *, et ceux d'*écueils* ou de *récifs*, si elles sont formées de matières cohérentes, sur lesquelles les vaisseaux pourraient se briser, avec cette différence que les écueils sont plus particulièrement des rochers isolés au milieu de la mer, et les récifs, des espèces de bandes ou de ceintures qui se trouvent le long des terres, et n'en sont séparées que par de petits bras de mer.

18. D'autres dénominations sont aussi employées pour désigner d'autres rapports de position des terres à l'égard des eaux; ainsi, lorsqu'une partie de terre un peu considérable s'avance dans les eaux sans en être tout à fait entourée, on l'appelle *presqu'île* ou *péninsule;* si cette avance ne forme qu'une légère saillie, on la nomme *cap, promontoire* ou *pointe.* Lorsqu'une presqu'île ne tient à d'autres terres que par une bande resserrée, cette bande s'appelle *isthme.*

Les parties de terre qui avoisinent la mer sont nommées *côtes :* lorsqu'une côte se termine par une pente douce, on lui donne le nom de *plage;* tandis que l'on appelle *falaises* les escarpements qui forment la séparation des terres et des mers.

Les parties de terre qui bordent les cours d'eau sont appelées *rives* et se distinguent en *rive droite* et *rive gauche*, en assimilant, pour l'application de ces deux mots, le cours d'eau à une personne qui marcherait dans la direction que suit l'eau. Lorsque le bord du cours d'eau est escarpé, on lui donne le nom de *berge;* tandis que l'on appelle *talus* celui qui est en pente douce. L'espace recouvert par le cours d'eau s'appelle *lit.*

Enfin l'ensemble des terres dont les eaux s'écoulent à la mer par un même fleuve, s'appelle *bassin hydrographique*, et l'on nomme *arêtes* les lignes qui séparent les bassins hydrographiques entre eux. L'étendue de ces bassins dépendant, comme celle des continents et des îles, de la forme du sol, elle présente les mêmes irrégularités; et tandis que certaine rivière, dont la source est près de la mer, a un bassin hydrographique presque imperceptible sur une carte, celui de la rivière des Amazones formerait un continent entier.

19. Du reste, on ne doit pas perdre de vue que la plupart des dénominations dont nous avons parlé dans ce chapitre, étant relatives à la position

* D'après cette définition les *bancs* seraient à peu près la même chose que les *lagunes* (10). Cependant l'usage établit entre ces deux choses des différences qu'il est difficile d'exprimer. En général, le mot banc s'applique plus particulièrement aux élévations qui se trouvent au milieu des eaux, tandis que les lagunes touchent toujours aux terres et y forment souvent des espèces de golfes. De sorte que les bancs sont en quelque manière des lagunes de pleine mer, et les lagunes des bancs sur les côtes; mais il est à remarquer que l'on donne aussi le nom de banc, et pas celui de lagune, aux élévations isolées qui se forment sous l'eau à l'entrée d'un port ou d'un golfe, et qui gênent le passage des navires.

respective des eaux et des terres, les noms que reçoivent aujourd'hui certaines parties du globe ne leur seraient plus applicables, si leur niveau éprouvait quelques changements. C'est ainsi, par exemple, que si le niveau de la mer venait à baisser, plusieurs îles se trouveraient réunies aux continents, et la plupart des côtes formeraient des élévations dans l'intérieur des terres.

20. Nous ajouterons ici quelques mots sur ce que l'on entend par *désert, steppe, pampa, lande, bruyère* et *garrigue,* quoique ces dénominations appartiennent plutôt à la statistique et à l'agriculture qu'à la géographie proprement dite; car elles ont pour but d'indiquer que certaines portions de terres sont incultes et à peu près inhabitées.

Les déserts sont en général de grands espaces extrêmement arides, tandis que les *steppes* produisent plus de végétation que le désert et sont souvent habitées par des peuples nomades, et que les *pampas* sont des plaines basses, généralement plus propres encore à la végétation que les steppes. Cependant la différence entre ces deux noms tient plus au langage qu'à la chose, attendu que l'on appelle pampas dans l'Amérique méridionale ce que l'on appellerait steppe en Russie ou dans le nord de l'Asie. Quant aux mots de *lande, bruyère* et *garrigue,* ils appartiennent à l'Europe occidentale et s'appliquent, par conséquent, à des espaces moins étendus que ceux de désert, de steppe et de pampa. Les deux premiers se donnent ordinairement à des sols recouverts de dépôts meubles et de végétaux, parmi lesquels, du moins dans le nord, dominent souvent les bruyères. Le nom de *garrigue,* principalement employé dans le Languedoc, indique un sol où les rochers sont en grande partie à nu.

Il existe quelquefois dans les déserts des espaces où la présence de cours d'eaux, la nature du sol ou d'autres circonstances permettent l'établissement d'une végétation régulière et l'habitation fixe de l'homme; c'est ce que l'on appelle des *oasis* *.

* Je ne parle pas des *solitudes* et des *forêts*, ces deux dénominations appartenant plus exclusivement à la statistique ou à l'agriculture que celles indiquées ci-dessus; car ces dernières annoncent des sols que diverses circonstances naturelles rendent *inhabitables* ou propres seulement à certaines productions; tandis que par *solitude* on entend toute contrée *inhabitée,* dans le nombre desquelles il en est qui peuvent être *habitables.* D'autre côté, quoique l'existence d'une *forêt* soit souvent un résultat de la nature et de la position du sol, cette existence peut aussi dépendre de la volonté de l'homme, qui défriche souvent des forêts et qui d'autres fois en crée de nouvelles.

CHAPITRE III.

DES INÉGALITÉS DU SOL.

21. *Considérations générales.*—Les portions de la surface du globe dont nous avons parlé au chapitre précédent sous le nom de terres, font partie d'une écorce solide dont la surface est inégale, et qui paraît former une enveloppe continue autour du globe. D'un autre côté, les eaux étant constamment sollicitées par l'attraction à se rapprocher du centre de la terre, elles remplissent les parties les plus basses des inégalités de l'écorce solide, et tendent à s'y maintenir à un même niveau, c'est-à-dire, à y former une superficie que l'on considère comme représentant la véritable surface de la terre, et que l'on prend pour point de départ dans la mesure des inégalités de la surface de l'écorce solide.

22. *Maximum des inégalités.*—Le maximum de ces inégalités ne nous est pas connu, car non-seulement on n'a pas de moyens certains pour mesurer les grandes profondeurs de l'Océan, mais on n'a point encore exploré suffisamment la surface des terres, pour pouvoir décider positivement quel en est le point le plus élevé. On attribue maintenant cette prérogative au Dawalagiry, dans les monts Himalaya, au Thibet, que l'on suppose avoir 7,821 mètres au-dessus du niveau de la mer. Quant aux enfoncements qui sont cachés par les eaux, la grande quantité de points où les marins ont atteint la surface solide à de petites profondeurs, et la tendance que les parties les plus enfoncées doivent avoir à se combler, portent à croire que l'on peut évaluer les plus grandes inégalités du fond des mers tout au plus à la moitié de celles des terres; ce qui porterait la plus grande différence de niveau entre les parties de l'écorce solide du globe à 12,000 mètres, c'est-à-dire à la 540ᵉ partie du rayon terrestre. De sorte que ces inégalités sont beaucoup moins prononcées par rapport aux dimensions de la terre, que les aspérités que nous voyons sur la peau d'une orange ne le sont par rapport au volume de ce fruit.

23. *Régions basses et contrées élevées.*—L'étude de ces inégalités présente beaucoup de difficultés, parce que les acceptions que l'on donne aux mêmes

2.

dénominations, varient selon la position où se trouvent les observateurs; car, de même que nous disons que certaine île n'est qu'une plaine basse, tandis qu'elle est peut-être le sommet d'une montagne cachée par la mer, les habitants d'un pays très-élevé considéreront comme *région basse*, ce que les habitants des bords de la mer nommeront une *contrée élevée*. De même aussi les habitants d'une contrée où le sol présente de très-grandes inégalités nommeront *pays plat* ou *plaine* ce que les habitants d'une contrée tout à fait unie appelleront *pays montueux* ou *montagne*. De sorte qu'il est impossible d'adopter à cet égard des règles fixes de nomenclature, sans s'écarter des usages reçus et sans s'exposer à se trouver souvent dans l'impossibilité d'appliquer ces règles. Aussi, quoique les géographes ne considèrent pas habituellement comme contrée basse un pays qui a plus de 3 à 400 mètres au-dessus de la mer, ni comme *plaine* un sol qui présente des inégalités de 100 mètres, on fait souvent exception à ces règles, lorsqu'il s'agit de contrées qui se trouvent dans des positions particulières. —*Plaines et plateaux*.—C'est ainsi que l'on considère quelquefois le milieu de la Suisse comme un pays de plaine, et le Teutoburgerwald, en Westphalie, comme une chaîne de collines ou de montagnes, quoique le premier soit généralement plus haut que le second; mais celui-ci s'élève au-dessus des plaines de la Basse-Allemagne, tandis que l'autre est enfoncé entre deux chaînes de hautes montagnes. Il est à remarquer aussi que, quand un sol uni est élevé, et surtout quand il n'est pas dominé par des points plus hauts, on ne lui donne pas le nom de plaine, mais celui de *plateau*, dénomination qui s'emploie dans un sens encore plus large que celle de plaine; car on en fait souvent usage pour désigner une portion de la surface de la terre qui domine les contrées environnantes, quoique cette portion présente un sol très-inégal.

On appelle *delta*, des plaines qui se trouvent à l'embouchure des grands fleuves, et qui ne sont presque pas élevées au-dessus du niveau de la mer.

24. *Inégalités en relief*.—Les parties de l'écorce du globe qui se dessinent en relief portent, en général, les noms de *montagnes*, de *collines* et d'*éminences*, selon que la différence de niveau est plus ou moins prononcée; mais il n'y a pas non plus de règles fixes pour l'application de ces mots, que l'on emploie souvent dans un sens relatif plutôt qu'absolu; car telle élévation que l'on appellera montagne dans un pays de plaines, passerait à peine pour une éminence dans un pays de hautes montagnes. Cependant les géographes ne donnent ordinairement le nom de montagnes qu'à des pentes qui ont au moins 3 à 400 mètres de hauteur. Il est à remarquer que nous employons ici le mot pentes plutôt que celui d'élévations, parce que, quoique le nom de montagne donne assez généralement l'idée d'une masse qui s'élève de tous côtés au-dessus du sol environnant, on l'applique aussi à des pentes qui ne sont que la différence de niveau entre une région basse et un pays élevé, de sorte qu'arrivé au

sommet d'une semblable montagne, on trouve un plateau au lieu d'une pente en sens inverse.

Les pentes qui, comme on le voit, sont la partie essentielle d'une montagne, s'appellent ordinairement les *flancs* de la montagne; leurs parties supérieures en forment le *sommet* ou la *cime* *; leurs parties inférieures, c'est-à-dire, celles où les pentes commencent à s'élever au-dessus du sol environnant, en sont le *pied;* l'espace occupé par une montagne en est la *base*. Du reste, la forme des montagnes est extrêmement variable; les flancs des unes ne sont que des pentes douces, tandis que ceux des autres sont des pentes rapides ou des escarpements qui approchent plus ou moins de la ligne verticale. De même le sommet des unes se compose de *croupes* arrondies ou de plateaux, tandis que d'autres sont terminées par des *pointes* de rochers plus ou moins aiguës; d'où proviennent les diverses dénominations que l'on donne à certaines parties de ces sommets, et qui souvent indiquent leurs formes : telles sont celles de *ballon,* de *dôme,* de *tour,* de *pic* **, de *corne*, de *dent*, d'*aiguille,* etc.

Les *montagnes* sont quelquefois *isolées;* plus souvent elles forment des *chaînes* et des *groupes*.

25. Les premières sont ordinairement appelées *monts*, mais l'usage ne s'est pas non plus soumis à donner à ce nom une application exclusive; et non-seulement on l'applique aux montagnes isolées et à des sommités particulières qui s'élèvent au milieu d'une chaîne ou d'un groupe, mais aussi à des chaînes et à des groupes entiers; telle est la chaîne des Carpathes, que l'on appelle souvent les *monts Carpathes*.

26. Les chaînes des montagnes ont quelquefois une direction constante sur toute leur étendue : telle est celle des Pyrénées; mais souvent elles changent brusquement de direction : telle est la chaîne des Alpes, dont la partie occidentale a une direction très-différente de la partie orientale. Cependant, au milieu de ces irrégularités, on remarque que les principales chaînes de montagnes ont souvent une direction analogue à celle des terres dans lesquelles elles se trouvent; ce qui est d'autant moins étonnant que les terres ne sont, en général, que des chaînes de montagnes par rapport au fond des mers. C'est ainsi, par exemple, que les principales chaînes du milieu de l'Europe et de l'Asie sont dirigées dans le sens de l'ouest à l'est, tandis que celles de l'Amérique sont dirigées du nord au sud.

La largeur des chaînes de montagnes est aussi très-variable, et l'on voit quelquefois une même chaîne, très-large dans un lieu, se rétrécir dans un autre, pour s'élargir de nouveau un peu plus loin.

* Il semble qu'il serait plus régulier de n'appliquer le nom de *cime* qu'aux sommités dont il sera parlé tout à l'heure, comme se distinguant au milieu d'une chaîne de montagnes.

** En Auvergne le mot pic est remplacé par celui de *puy*.

La hauteur des chaînes de montagnes est encore plus irrégulière que leur direction et leur largeur; car, outre qu'elles se composent ordinairement d'élévations inégales, on voit souvent une chaîne interrompue par une région basse ou par une portion de mer, au delà de laquelle elle reparaît avec les mêmes caractères. Mais, quoique la géologie nous montre que de semblables parties de montagnes doivent être considérées comme appartenant à une même chaîne, on est assez généralement dans l'usage de donner des noms particuliers à chacune de ces parties séparées.

Les chaînes de montagnes ne présentent quelquefois qu'une seule ligne d'élévations, mais le plus souvent elles se composent de plusieurs *chaînons* ou élévations particulières, placées les unes à côté des autres. Il est rare aussi que les chaînes ne se ramifient pas, c'est-à-dire qu'il n'en sorte des *rameaux* qui se détachent de la chaîne principale en prenant diverses directions.

Dans une chaîne ou dans un rameau de montagnes dont le sommet, au lieu de correspondre à un plateau, forme une simple *crête,* celle-ci est ordinairement dentelée, et les parties les plus élevées se nomment *cimes,* tandis que les plus basses sont appelées *cols,* et servent, dans les pays de hautes montagnes, pour communiquer d'un côté de la crête avec l'autre.

On appelle *faîte,* une ligne que l'on suppose traverser chaque chaîne ou chaque rameau de montagnes dans le sens de sa longueur, en passant par les points les plus élevés, et on désigne par le nom de *versants* les parties de la chaîne qui s'étendent de chaque côté du faîte, mais on ne doit pas prendre ces dénominations dans un sens rigoureux, car il arrive bien rarement, peut-être jamais, que les points les plus élevés d'une chaîne de montagnes puissent être réunis par une ligne non interrompue, souvent même les points culminants se trouvent plus ou moins éloignés de la ligne que la disposition générale du sol doit faire considérer comme le faîte. De sorte que l'on ne doit voir dans la division en versants qu'un moyen de distinguer l'ensemble des pentes et des rameaux qui se trouvent aux deux côtés d'une ligne idéale qui fait la séparation des parties de la chaîne qui tendent à s'abaisser d'un côté, de celles qui tendent à s'abaisser du côté opposé *. Il est à remarquer aussi que dans une chaîne qui n'est que la chute d'un large plateau vers une région basse, il n'y a qu'un versant, le second étant remplacé par le plateau qui peut

* Le nom de *versant* tire son origine de l'idée erronée que les arêtes ou lignes de partage entre les bassins hydrographiques (18), forment toujours les points les plus élevés d'une contrée. Il eût donc été à désirer qu'on le remplaçât par une autre dénomination ; mais comme il est admis, on peut continuer à s'en servir, dès que l'on ne perd pas de vue qu'il ne faut pas lui attribuer un sens hydrographique, attendu que les eaux passent souvent d'un versant à l'autre, et que, dans certaines chaînes de montagnes, les deux versants sont quelquefois traversés par le même cours d'eau.

donner naissance à une seconde chaîne de montagnes du côté opposé, mais qui peut aussi perdre son élévation par des pentes trop douces pour pouvoir être réputées montagnes. Dans ce dernier cas, à la vérité, on considère l'ensemble de ces pentes comme formant le second versant; mais, attendu qu'il n'y existe plus de montagnes, on ne peut lui donner le nom de versant dans le sens indiqué ci-dessus.

Il résulte de cette tendance de certains versants à se confondre avec les plateaux, que les deux versants d'une chaîne de montagnes sont rarement uniformes. On remarque même que si une chaîne de montagnes présente un versant étroit avec des *escarpements* ou des pentes très-rapides, le versant opposé est très-large et composé de pentes beaucoup plus douces, ou plutôt de chaînons et de rameaux dont l'élévation devient successivement moindre, et qui finissent par des collines et des éminences qui se perdent tout à fait dans la plaine ou qui se lient avec les dépendances d'une autre chaîne. On donne ordinairement le nom de *contre-forts* à ces rangées de collines ou de petites montagnes qui se trouvent en avant d'une chaîne de hautes montagnes.

Les chaînes de *montagnes* sont quelquefois disposées *en gradins*, c'est-à-dire qu'au-dessus du plateau qui correspond au sommet d'une chaîne à un seul versant s'élève une nouvelle chaîne, qui peut elle-même être suivie par une autre chaîne. Cet ordre de choses a principalement lieu dans les parties larges des continents *.

27. Les *groupes de montagnes* ne diffèrent des chaînes que parce qu'au lieu de former des lignes allongées, ils se composent d'un massif dont les dimensions en largeur sont moins différentes de celles en longueur. Souvent le milieu d'un groupe présente la cime la plus élevée, d'où partent des espèces de rameaux qui divergent dans diverses directions.

28. Les *collines* et les *éminences* n'étant, comme nous l'avons déjà fait entendre, que de petites montagnes, elles présentent en général les mêmes caractères que ces dernières; nous ferons seulement remarquer que les chaînes à un versant y sont plus communes que dans les montagnes, et que leurs flancs sont souvent nommés *côtes* et *coteaux*.

29. *Inégalités en creux*.—Les inégalités qui se dessinent en creux forment le plus souvent des dépressions longues et étroites que l'on nomme *vallées* et *vallons*, selon qu'elles sont plus ou moins profondes. Lorsque ces dépressions se rétrécissent de manière à rendre le passage difficile, on leur donne

* Lorsque l'on ignorait l'art de mesurer les hauteurs avec le baromètre et que, par conséquent, on s'occupait peu de l'élévation absolue des montagnes, on ne connaissait pas bien cette disposition des montagnes par gradins; aussi les géographes représentaient-ils ces gradins comme des chaînes parallèles, et les plateaux qui les séparent comme de larges vallées.

le nom de *défilés* et de *gorges*. Si, au contraire, elles sont à peu près aussi larges que longues, on leur donne le nom de *bassins;* et quand les bassins sont disposés circulairement, de manière à rappeler la forme des théâtres des anciens, on les nomme *cirques*.

Du reste, ces dénominations doivent être prises dans un sens encore moins absolu que celles que l'on emploie dans les autres parties de la géographie, et ne sont que des termes pris dans une série où il n'y a pas de limites déterminées. D'un autre côté, il est à remarquer que, tandis que le nom de vallon ne se donne qu'à des enfoncements peu profonds et peu étendus, celui de vallée est toujours employé lorsque l'on veut désigner un très-long enfoncement, quelles que soient sa forme et sa profondeur. C'est ainsi que l'on dit la vallée de tel fleuve, pour désigner la série d'enfoncements dans lesquels coule ce fleuve, quoique ces enfoncements se composent de vallées particulières, de bassins, de cirques, de défilés, de gorges, de vallons, et même de dépressions si peu prononcées qu'elles ne méritent pas le nom de vallon et qu'elles seraient, pour ainsi dire, inaperçues s'il ne s'y trouvait pas un grand cours d'eau.

Il n'y a pas plus de limites entre les vallées ou les bassins et les plaines; aussi des contrées que l'on considère ordinairement comme de grandes plaines, ne sont, dans le fait, que de vastes vallées; telle est la plaine de Lombardie, bordée d'un côté par les Alpes et de l'autre par les Apennins.

30. En général, lorsqu'une contrée présente brusquement une grande différence de niveau, le sol de la partie élevée est sillonné par des vallées très-profondes, tandis que dans les lieux qui s'éloignent d'une semblable chute, les dépressions du sol sont peu prononcées, quand même elles se trouveraient sur des plateaux très-élevés au-dessus de la mer.

On remarque de même que toute *vallée principale* est comme une espèce de tige à laquelle aboutissent de petites branches ou *vallées latérales,* dont la direction se croise avec la vallée principale, et qui souvent se ramifient de leur côté. En général, la plus grande partie des vallées qui sillonnent une chaîne ou un rameau de montagnes, se dirigent ordinairement dans un sens transversal à la chaîne ou au rameau, d'où on les appelle *vallées transversales,* soit qu'elles prennent naissance à la crête, en se dirigeant sur l'un ou l'autre versant, ce qui est le cas le plus fréquent; soit qu'elles traversent tout à fait la chaîne ou le rameau, ce qui est plus rare. Plusieurs chaînes présentent aussi des vallées dirigées dans le sens même de la chaîne, et que, par cette raison, on nomme *longitudinales*. On trouve notamment ces deux espèces de vallées très-bien prononcées dans les Alpes.

Les vallées transversales sont plus communément bordées par des flancs escarpés que les vallées longitudinales; cependant cette circonstance tient aussi à la nature du terrain; car on sent qu'il ne peut y avoir d'escarpements dans un terrain meuble ou facilement altérable.

Dans les vallées longitudinales, les flancs opposés sont souvent de nature différente, ou du moins composés de matières disposées d'une autre façon. Dans les vallées transversales, au contraire, il y a presque toujours identité parfaite entre les deux flancs opposés, tant sous le rapport de la nature, que sous celui de la structure; et lorsque l'on voit d'un côté un *angle saillant*, il est à peu près certain que le côté opposé présente un *angle rentrant*.

31. Les vallées, surtout celles transversales, qui ne sont pas très-profondes, tendent en général à s'élargir à mesure qu'elles s'avancent d'une contrée élevée vers une région basse; mais cette règle est sujette à beaucoup d'exceptions, et les vallées des hautes montagnes ne présentent souvent qu'une série de renflements et d'étranglements. Ces dernières vallées, ou systèmes de vallées, peuvent être considérées comme composées de petites vallées longitudinales et de bassins unis par des défilés transversaux.

32. Le fond d'une vallée, prise dans son ensemble, présente ordinairement un plan continuellement descendant, car, comme il coule presque toujours des eaux, soit permanentes, soit accidentelles, dans les vallées, on sent que quand une partie du fond est plus profonde que les points qui peuvent lui servir de débouché, ce fond deviendra un étang ou un lac, et le plan descendant se trouvera rétabli, à moins, ce qui est assez rare, qu'il y ait des cavités souterraines pour l'écoulement des eaux ou que celles-ci puissent se perdre par l'évaporation. Cependant cette règle ne peut s'appliquer aux détails des vallées barrées, c'est-à-dire, composées de renflements et d'étranglements; car ces renflements étant, comme on vient de le dire, de petites vallées particulières, ou des bassins qui ont quelquefois la forme d'un entonnoir aplati, il arrive, lorsque le défilé qui met un de ces bassins en communication avec un autre se trouve percé dans le sens de la largeur de ceux-ci, que le renflement forme une vallée partielle dirigée dans un sens différent de celui de la vallée principale, et dont le fond, après s'être abaissé jusqu'à l'entrée du défilé, se relève ensuite pour se perdre vers le sommet des hauteurs environnantes. C'est à des dispositions de ce genre que l'on doit le phénomène de deux cours d'eau qui se dirigent en sens contraire sur une même ligne, et qui, après s'être réunis, s'écoulent dans une direction qui fait à peu près un angle droit avec leurs directions précédentes.

33. Du reste, quoique l'écoulement des eaux annonce un plan continuellement descendant, il ne résulte pas de cette circonstance que la direction des cours d'eau exprime la pente générale du sol. L'observation a prouvé, au contraire, que les cours d'eau traversent quelquefois des contrées dont le sol est généralement plus élevé que celui des lieux où ces cours d'eau ont pris naissance; il suffit qu'il y ait dans ce sol des vallées dont le fond soit plus bas que la source de ces cours d'eau. Parmi les nombreux exemples de cette circonstance, nous citerons la rivière d'Alten en Laponie, qui prend sa source à

une hauteur d'environ quatre cents mètres dans les régions basses qui s'étendent entre la chaîne du Kiœlfieldt et le golfe de Bothnie, et qui, au lieu de suivre la pente générale du sol vers ce golfe, se dirige vers le nord et traverse la chaîne du Kiœlfieldt dans une partie où elle a une hauteur moyenne de plus de 600 mètres. On voit par là que la direction des eaux n'indique pas toujours la pente générale du sol, et que les arêtes qui séparent les bassins hydrographiques (18) sont loin de passer constamment par les points les plus élevés de ces bassins; on peut même dire qu'il est des lieux où ces arêtes n'existent que théoriquement et ne concordent avec aucune inégalité dans le sol; car il y a des plaines, des marais et même des lacs qui versent leurs eaux à des bassins hydrographiques différents. Cette circonstance se voit notamment en Pologne, au point de partage des eaux qui s'écoulent dans la mer Baltique d'un côté et dans la mer Noire de l'autre.

CHAPITRE IV.

DES CAVITÉS DE L'ÉCORCE SOLIDE DU GLOBE.

34. *Cavités à ciel ouvert.* — Lorsque les dépressions du sol ne sont plus assez larges pour être appelées vallées, vallons, défilés, bassins ou cirques, on les désigne par d'autres noms, tirés ordinairement de leurs formes : c'est ainsi que l'on appelle *fentes* et *crevasses*, celles qui ressemblent aux cavités de même nom que nous voyons se former dans les corps qui se dessèchent ou qui se refroidissent; d'autres prennent le nom de *puits naturels* ou d'*entonnoirs*, parce qu'elles rappellent nos puits ou nos entonnoirs artificiels. Du reste, de même que l'application du nom de pays élevé et de région basse est souvent prise dans un sens relatif plutôt qu'absolu, il n'y a pas de ligne de démarcation entre les dépressions que l'on doit désigner par les premières ou par les dernières des dénominations que nous venons d'indiquer; car il y a dans les pays de montagnes de véritables vallées, c'est-à-dire, des cavités assez vastes pour être habitées, qui ressemblent tellement à une fente ou à une crevasse, qu'on les désigne par l'un de ces noms lorsque l'on veut exprimer leur forme en peu de mots.

35. *Cavités souterraines.* — Outre ces diverses cavités, que l'on pourrait appeler, d'après le langage des mineurs, *cavités à ciel ouvert,* l'écorce solide du globe en présente beaucoup d'autres auxquelles on pourrait donner l'épithète de *souterraines,* et que l'on désigne par diverses dénominations, qui tirent ordinairement leur origine des idiomes locaux ou des événements, souvent fabuleux, que l'on suppose s'y être passés.

36. En général, on donne le nom de *cavernes* à celles de ces cavités qui présentent une certaine étendue et qui se composent ordinairement d'une série de renflements et d'étranglements, c'est-à-dire, d'espèces de salles plus ou moins vastes, qui communiquent entre elles par des couloirs plus ou moins resserrés.

Les cavernes sont en général tortueuses et se ramifient en diverses branches.

Elles ont toutes sortes de directions : les unes courent dans un sens parallèle au sol; d'autres s'enfoncent comme des puits vers l'intérieur de la terre; tantôt elles ont une ouverture au jour; d'autres fois elles sont tout à fait masquées, et l'on ne découvre leur existence que par des travaux souterrains; tantôt elles renferment de vastes réservoirs d'eau; ailleurs elles servent à l'écoulement de rivières souterraines, et l'on voit quelquefois des fleuves qui se perdent en tout ou en partie dans une caverne, pour reparaître à des distances plus ou moins éloignées.

Les parois des cavernes sont presque toujours très-inégales, hérissées d'aspérités, et creusées par des excavations irrégulières qui pénètrent plus ou moins avant dans le rocher. Souvent elles sont décorées par du calcaire concrétionné, qui prend diverses formes, telles que celles de mamelons, de stalactites, de colonnes, de draperies, et qui quelquefois brillent de l'éclat le plus vif lorsque la lumière vient frapper leurs parois.

37. Le nom de *grotte* est souvent employé comme synonyme de celui de caverne; cependant on l'applique plus communément aux petites cavernes qui ne se composent que d'une seule salle.

38. Lorsque des cavités de ce genre, au lieu de présenter des espèces de salles, traversent entièrement des massifs étroits, on leur donne les noms de *ponts naturels, rochers troués,* etc.

39. On désigne ordinairement par le nom de *fours à cristaux* des cavités dont les parois sont tapissées de cristaux, et dont les dimensions ont quelques rapports avec celles des fours à cuire le pain; lorsque les cavités de ce genre deviennent trop petites pour être rapportées à un four, on leur donne le nom de *géodes.*

40. Au surplus, de même qu'il y a un passage des grandes vallées aux petites crevasses que l'on remarque dans un rocher gercé, la nature présente aussi des passages depuis les immenses cavernes qui ont plusieurs myriamètres d'étendue, jusqu'aux pores, imperceptibles à l'œil, dont la physique nous apprend l'existence au milieu de corps à texture compacte.

CHAPITRE V.

DESCRIPTION ABRÉGÉE DE LA SURFACE DE LA TERRE.

41. Nous parlerons, en premier lieu, des mers ; nous passerons ensuite aux terres, en indiquant en même temps les principales masses d'eaux stagnantes et courantes que celles-ci renferment *.

* Ainsi que je l'ai dit dans l'observation préliminaire, ce n'est qu'au moment où l'on allait commencer l'impression de la présente édition que j'ai surmonté la répugnance qui m'avait empêché, jusqu'alors, d'entreprendre cette description. Parmi les causes qui entretenaient cette répugnance, se trouve la manière dont on a assez généralement accueilli toutes les divisions purement naturelles de la surface de la terre, qui ont été tentées jusqu'à présent. Or, sans prétendre que j'ai imaginé un meilleur mode, je me suis dit qu'il est possible que parmi les causes qui ont nui au succès des travaux de ce genre, l'on doive signaler la circonstance que leurs auteurs, s'attachant principalement à la régularité méthodique, ont fait trop peu de concessions aux habitudes qui résultent des divisions politiques, établies depuis longtemps ; car on s'accoutume difficilement aux changements brusques ; aussi l'usage tient-il presque toujours le milieu entre les *divisions purement politiques* et celles *purement géographiques*, et ne sanctionne-t-il, pour ainsi dire, les premières, qu'autant qu'elles sont en rapport avec les secondes. En effet, si l'on s'est facilement habitué à ne voir qu'une partie de la *France* dans l'*Artois*, ou une partie de la *Russie* dans les plaines de l'embouchure du Dnieper, le pouvoir des Français ou celui des Allemands, au sud de la chaîne des Alpes, n'a pas empêché de voir toujours l'*Italie* dans cette région.

J'ai cru, en conséquence, qu'il convenait de prendre pour règle principale de conserver, autant que possible, pour division naturelle de troisième ordre les grands États qui peuvent se prêter à cette manière de voir, sans trop contrarier l'acception que l'on donne à leur nom politique. C'est ainsi, par exemple, que j'ai cru pouvoir désigner par le nom de *Russie*, la vaste région comprise entre la mer Blanche, les monts Ourals, la mer Noire et la Duna, quoique ce ne soit qu'une portion de l'immense *empire Russe;* mais il est d'usage d'appeler *Sibérie* la partie de cet empire située à l'est des monts Ourals, et quoique le *royaume de Pologne* ne soit plus maintenant qu'une petite contrée, située sur les deux rives de la Vistule, l'usage ne s'est pas encore perdu d'attacher le nom de *Pologne* à une région beaucoup plus étendue.

Je crois de même qu'il convient d'approprier des noms de petits États ou de provinces à la

SECTION PREMIÈRE.

DES MERS.

42. *Étendue des mers.*—Les mers entourent toutes les terres et recouvrent près des trois quarts de la surface du globe : elles sont beaucoup plus abondantes dans l'hémisphère austral que dans l'hémisphère boréal; car elles occupent près des sept huitièmes du premier, tandis qu'elles ne s'étendent que sur environ cinq huitièmes du second.

43. *Division des mers.* — Il y a beaucoup de variations dans la manière

désignation des divisions de quatrième rang, ou plutôt de chercher, autant que possible, à pouvoir considérer comme telles ces petits États ou ces provinces; mais il est souvent difficile de rattacher ces divisions politiques à des considérations naturelles, du moins lorsqu'elles sont encore en vigueur; car, lorsqu'elles n'ont plus de délimitations officielles et que cependant leur nom est encore conservé par l'usage, comme pour la plupart des anciennes provinces de France, il est plus facile d'approprier ces dénominations à une division naturelle; mais ce qui est surtout favorable pour ce genre de division, ce sont les régions caractérisées par quelques circonstances orographiques ou géognostiques, que le peuple sait généralement saisir avec beaucoup de discernement, et qu'il désigne presque toujours par des noms particuliers, que les géographes ont trop souvent négligés, pour s'attacher à des dénominations administratives, qui s'oublient aussitôt que la circonstance qui les a fait naître a cessé d'exister.

On voit, par ce qui précède, que l'on doit éviter de confondre les noms de *régions* ou de *contrées naturelles* avec les *dénominations politiques*. Or, l'usage s'étant assez généralement établi de désigner les premières par un nom simple ou par un nom commençant par une dénomination orhydrographique : telles sont l'*Italie*, la *péninsule Scandinave*; il est bon, lorsque l'on veut désigner des divisions politiques dans un sens où l'incertitude pourrait présenter quelque inconvénient, que l'on s'habitue aussi à faire précéder le nom propre par le titre de la division, et que, dans ce cas, on dise, par exemple : le *royaume de France*, les *États prussiens*, la *province de Westphalie*, le *département de la Lozère*, etc.

L'habitude où l'on est de traiter des divisions superficielles du globe dans des ouvrages qui appartiennent principalement à la statistique, et de ne point en parler dans les ouvrages de géologie, sera, sans doute, cause que beaucoup de personnes désapprouveront l'innovation que je fais en ce moment, et que d'autres trouveront qu'il est au moins inutile d'établir des régions différentes de celles reconnues par la statistique. Je crois, en conséquence, devoir dire quelques mots pour justifier la marche que j'ai suivie.

Je répéterai, en premier lieu, qu'il me paraît important que les livres élémentaires soient rédigés de manière à présenter les sciences dont ils traitent, conformément aux limites que ces sciences doivent avoir dans le tableau des connaissances humaines, tant pour donner une idée plus exacte de chaque science, que pour éviter les lacunes ou les répétitions. Or, une des premières conditions de presque toutes les classifications des connaissances humaines étant la séparation des sciences naturelles et des sciences morales et politiques, j'en conclus qu'il ne convient pas de réunir dans les géographies ordinaires, ainsi qu'on le fait communément, la description astronomique, orographique et hydrographique de la terre, avec les notions sur les États et les nations qui se partagent la surface du globe. Aussi voit-on presque toujours les ouvrages de géologie et ceux de géographie, telle qu'on l'entend ordinairement,

dont on distingue les mers. Nous les diviserons, avec M. Bory de Saint-Vincent, en cinq parties principales, sous les noms d'*océan Arctique*, d'*océan Atlantique*, d'*océan Pacifique*, d'*océan Indien* et d'*océan Antarctique*.

44. *Océan Arctique*.—L'*océan Arctique* ou *mer Glaciale du nord* occupe les environs du pôle boréal et ne s'étend au sud du cercle polaire que dans quelques petites dépendances. Il est peu connu, parce que la plus grande portion de l'étendue qu'on lui suppose est couverte de glaces, et que les hommes n'y ont pas encore pénétré. Parmi ses dépendances nous citerons la *mer Blanche*, entre la Russie et la Laponie *; la *mer de Kara*, entre la

répéter les mêmes généralités géographiques. Il s'est seulement établi un usage, d'après lequel on ne parle des détails de localités que dans les derniers de ces ouvrages ; mais c'est précisément cet usage que je cherche à combattre, parce qu'il me semble peu convenable que l'indication des diverses parties de la terre ne se trouve pas dans le même ouvrage que les généralités sur les caractères qui distinguent ces diverses parties.

Je dirai en second lieu que l'établissement de divisions basées sur des limites naturelles est une chose si nécessaire à l'étude de la surface de la terre, que tous les géographes, sans exception, ont admis la grande division des terres en 4 ou 5 parties, et que pour les pays peu connus, ainsi que pour ceux où les associations politiques ont peu de fixité et pour certaines contrées qui se distinguent nettement par quelque circonstance naturelle des autres portions de la terre, on est aussi dans l'habitude d'admettre l'existence de régions physiques, indépendantes des circonscriptions politiques. C'est ainsi que la Guinée, l'Hindoustan, l'Italie, conservent des noms particuliers et des limites fixes, quels que soient les changements politiques qui surviennent dans ces contrées. Or, ce que je propose se réduit à appliquer la même marche au reste de la surface de la terre et à rendre les descriptions de cette surface indépendantes des variations qui changent à chaque instant les divisions politiques. D'un autre côté, si l'on adoptait cette marche, les *éléments de statistique*, c'est-à-dire, les ouvrages qui remplaceraient en quelque manière les éléments de géographie ordinaire, n'auraient plus à s'occuper des généralités ni des détails de géographie naturelle, et se borneraient à indiquer en peu de mots les divisions naturelles sur lesquelles s'étendent les divers États. Ainsi, de même, par exemple, que l'on dit que l'empire Britannique se compose de telles portions de l'Europe, de l'Asie, de l'Afrique, de l'Amérique et de l'Océanie, on dirait que l'empire d'Autriche se compose de telles portions de l'Allemagne, de l'Italie, de la Sclavogrèce, de la Hongrie et de la Pologne.

Du reste, j'ai cru pouvoir faire cette description d'une manière extrêmement abrégée, d'abord parce que je ne l'ajoute à cette édition que comme un essai, et ensuite parce qu'il y a beaucoup de détails qui me semblent pouvoir être passés sous silence, attendu que l'inspection d'une carte géographique les fait beaucoup mieux connaître que tous les textes possibles.

* Il eût été plus rationnel de n'employer dans cette description des mers que des délimitations astronomiques, puisque le lecteur n'est pas encore censé connaître les divisions orhydrographiques; mais, comme on ne peut concevoir ces descriptions qu'en les suivant sur une carte, et qu'en général on trouve toujours sur celles-ci toutes les dénominations orhydrographiques, il sera assez facile, même pour les personnes qui n'ont aucune connaissance préliminaire de géographie, de trouver les choses que l'on veut désigner. D'un autre côté, l'énonciation des limites des mers en termes purement astronomiques, serait bien plus difficile

Sibérie et la Nouvelle-Zemble; la *mer Polaire,* au nord-ouest de l'Amérique.

45. *Océan Atlantique.—L'océan Atlantique* s'étend entre l'ancien continent, qui le borne à l'est, et le nouveau continent, qui le borne à l'ouest, depuis une ligne tirée de l'Islande à la Norvége au nord, jusqu'à une autre ligne tirée du cap de Bonne-Espérance au cap Horn au sud. On peut le diviser en trois portions, qui se rapportent aux zones astronomiques, c'est-à-dire, qui sont respectivement séparées par les tropiques, d'où on les distingue par les épithètes de *septentrionale,* d'*équinoxiale* et de *méridionale.* Parmi les dépendances de cet océan on peut citer la *mer du Nord,* entre la Norvége et les Iles Britanniques; la *mer Baltique,* qui se prolonge à la suite de la mer du Nord, entre la Suède, l'Allemagne et la Russie; la *Manche,* entre l'Angleterre et la France; le *golfe de Gascogne,* entre la France et l'Espagne; la *Méditerranée,* qui s'avance entre l'Europe et l'Afrique; la *mer Noire,* qui se prolonge à la suite de la Méditerranée, entre l'Europe et l'Asie; le *golfe de Guinée,* vers la contrée de ce nom; la *mer des Antilles,* entre les Iles de ce nom et le continent américain; le *golfe du Mexique,* entre la contrée de ce nom et la presqu'île de Floride; la *baie d'Hudson,* à l'ouest du Labrador, et la *mer de Baffin,* plus connue sous le nom impropre de *baie de Baffin,* à l'est du Groenland.

46. Quelques-unes de ces mers ont elles-mêmes des dépendances qu'il convient de mentionner ici. Telle est surtout la Méditerranée, qui ne communique avec l'océan que par le *détroit de Gibraltar,* et où l'on distingue, entre autres, le *golfe de Lyon,* entre la Catalogne et la Provence; le *golfe de Gênes,* qui s'avance dans l'Italie; la *mer Tyrrhénienne,* entre la presqu'île d'Italie, la Corse, la Sardaigne et la Sicile; la *mer Adriatique* ou *golfe de Venise,* entre l'Italie et la Dalmatie; la *mer Ionienne,* entre l'Italie et la Grèce; la *mer de Candie,* entre l'île de ce nom et l'archipel grec; la *mer Égée* *, située entre l'Anatolie et la péninsule slavogrecque, et qui communique par l'*Hellespont* ou *détroit des Dardanelles* avec la *mer de Marmara* ou *Propontide,* laquelle est située entre la Thrace et l'Anatolie, et qui communique par le *détroit de Constantinople* ou *Bosphore de Thrace* avec la mer Noire.

Parmi les dépendances de cette dernière nous citerons la *mer d'Azoff* ou *Palus meotis* au nord-est de la Crimée, ainsi que les *golfes de Perekop* et d'*Odessa,* à l'ouest de la Crimée.

à retenir; de sorte qu'il m'a paru qu'ici, comme en beaucoup d'autres circonstances, il fallait sacrifier la régularité théorique à la facilité des moyens de parvenir au but que l'on se propose.

* Les eaux que je désigne ici, avec les anciens, par le nom de *mer Égée,* sont plus généralement appelées *archipel* par les marins modernes; mais, comme les géographes entendent par le mot d'*archipel* une réunion d'îles et non une mer, il ne me paraît pas convenable d'employer ce mot pour désigner la mer qui baigne les îles composant l'*archipel grec.*

La mer du Nord présente le *canal de Jutland* ou *Skager-rak*, entre la Norvége et le Jutland, et le *Cattegat*, entre la Suède et la Norvége, lequel communique par les *détroits du Sund*, du *Grand Belt* et du *Petit Belt*, avec la mer Baltique. On distingue dans cette dernière, entre autres dépendances, les *golfes de Bothnie*, de *Finlande*, de *Riga* et de *Dantzick*.

Le golfe de Guinée présente à son extrémité les *golfes de Benin* et de *Biafra*, séparés par le cap Formose.

Dans la mer des Antilles on distingue le *golfe de Paria*, le *golfe Triste*, celui de *Maracaïbo*, celui de *Darien*, la *baie des Mosquitos*, le *golfe de Honduras* et le *canal d'Yucatan*, qui communique avec le golfe du Mexique. Dans celui-ci se trouvent le *golfe de Campêche*, la *baie Chandeleur*, celle d'*Apalache*, ainsi que le *vieux* et le *nouveau canal de Bahama*, qui établissent la communication avec l'océan Atlantique. La communication entre cet océan et la baie d'Hudson se fait par le *détroit d'Hudson*, et celle avec la mer Polaire par divers canaux, notamment par le *détroit de Fury et Hécla*. Enfin, la mer de Baffin communique avec l'océan Atlantique par le *détroit de Davis* et avec la mer Polaire par celui de *Lancastre*, etc.

47. *Océan Pacifique.*—L'*océan Pacifique*, aussi nommé *mer du Sud* et *Grand océan équinoxial*, s'étend du détroit de Behring au nord jusqu'à une ligne tirée de la terre Van-Diemen au cap Horn au midi ; il est borné à l'est par l'Amérique et à l'ouest par l'Asie et la Nouvelle-Hollande. Les tropiques le divisent, comme l'océan Atlantique, en *septentrional*, *équinoxial* et *méridional*. Parmi ses dépendances nous citerons le *golfe de Panama*, entre l'Amérique méridionale et l'Amérique septentrionale ; la *mer Vermeille* ou *golfe de Californie*, entre la presqu'île de ce nom et la partie principale du Mexique ; la *mer de Behring*, entre le détroit de ce nom et les îles Aléoutes ; la *mer d'Okhotsk*, entre la presqu'île de Kamtschatka et la Mandchourie ; la *mer du Japon*, entre l'archipel du même nom et la Mandchourie ; la *mer Jaune* et la *mer de Corée*, entre la presqu'île de ce nom, la Chine et l'île Formose ; la *mer de la Chine*, entre la contrée de ce nom et les îles Philippines ; la *mer de Mindanao*, entre ces mêmes îles Philippines et l'île de Bornéo ; la *mer de Célèbes* ou de *Soulou*, entre les îles de Bornéo et de Célèbes ; la *mer de Java*, entre l'île de ce nom et celle de Bornéo ; la *mer des Moluques*, dans l'archipel du même nom ; la *mer de Lanchidol*, entre cet archipel et la Nouvelle-Hollande, et qui se termine au sud par *le golfe de Carpentarie* ; la *mer de Corail*, entre la Nouvelle-Hollande et les Nouvelles-Hébrides ; la *mer d'Albion*, entre la Nouvelle-Guinée et les îles Salomon, etc.

48. *Océan Indien.*—L'*océan Indien* ou *mer des Indes* s'étend des côtes méridionales de l'Asie à une ligne tirée du cap de Bonne-Espérance à l'extrémité sud-ouest de la Nouvelle-Hollande : il est borné à l'ouest par l'Afrique, et à l'est par la Nouvelle-Hollande.

Nous citerons, parmi ses dépendances, le *golfe de Bengale*, entre l'Indo-chine et l'Hindoustan; la *mer d'Oman* ou *golfe d'Arabie*, entre l'Hindoustan et l'Arabie; le *golfe Persique*, qui se prolonge de la mer d'Oman entre la Perse et l'Arabie; la *mer Rouge*, qui s'avance entre l'Arabie et l'Afrique; le *canal de Mozambique*, qui sépare l'île de Madagascar du continent d'Afrique.

49. *Océan Antarctique.*—L'*océan Antarctique* ou *Grand océan austral* comprend le reste des mers, c'est-à-dire, la vaste étendue située au sud d'une courbe irrégulière, passant par le cap de Bonne-Espérance, les côtes méridionales de la Nouvelle-Hollande et le cap Horn; mais la partie de cette étendue qui est au sud du cercle polaire n'est pas connue, les glaces n'ayant presque pas permis d'y pénétrer, on n'a même pas encore atteint le 75e degré de latitude australe.

SECTION II.

DES CONTINENTS ET DES PARTIES DE LA TERRE.

50. *Continents.* —Les terres ne forment pas beaucoup plus du quart de l'étendue de la surface du globe terrestre, et présentent trois massifs assez considérables pour mériter le nom de continents, mais de grandeur très-inégale.

Le plus étendu, que l'on appelle *ancien continent*, renferme à lui seul près des trois quarts des terres. Il est presque entièrement compris dans l'hémisphère situé à l'orient du méridien passant par l'île de Fer, et s'étend fort peu dans la partie australe de cet hémisphère.

Le second continent en grandeur, que l'on nomme *continent américain* ou *nouveau continent*, parce que les habitants de l'ancien ne l'ont connu, d'une manière régulière, que dans le quinzième siècle de l'ère chrétienne, ne contient pas beaucoup plus du tiers de l'étendue totale des terres; il est entièrement renfermé dans l'hémisphère occidental.

Le troisième continent, auquel on a donné les noms de *Nouvelle-Hollande*, de *Notasie* et d'*Australie*, ne contient pas la quinzième partie de l'étendue totale des terres, ou moins du dixième de l'ancien continent; il est situé dans la partie australe de l'hémisphère oriental.

Toutes les autres terres sont considérées comme îles et écueils; mais il est à remarquer qu'il y a vers les pôles, surtout vers le pôle austral, des parties que nous ne connaissons pas et qui sont assez étendues pour renfermer des terres plus grandes que la Nouvelle-Hollande.

51. *Division des terres en cinq parties.*—On divise assez généralement les terres en cinq *parties*, que l'on désigne par les noms d'*Europe*, d'*Asie*, d'*Afrique*, d'*Amérique* et d'*Océanie*.

Les trois premières sont formées de portions de l'ancien continent et de quelques îles voisines. La quatrième a le nouveau continent pour portion principale, et la cinquième se compose de la Nouvelle-Hollande et d'un très-grand nombre d'îles qui en sont plus ou moins éloignées.

Nous allons dire successivement quelques mots de chacune de ces parties.

SECTION III.

DE L'EUROPE.

52. *Position astronomique.*—La portion continentale de l'Europe est située entre les 35e et 71e degrés de latitude boréale, et entre le 13e degré de longitude occidentale et le 64e degré de longitude orientale du méridien de Paris *, mais en y comprenant les îles qui en dépendent, l'Europe s'étend jusqu'au 81e degré de latitude boréale et au 34e degré de longitude occidentale.

53. *Étendue.* — L'étendue de l'Europe n'est que de 101,160 myriamètres carrés.

54. *Limites.*—Cette partie de la terre est baignée au nord par l'océan Arctique; à l'ouest, par l'océan Atlantique; au midi, par la Méditerranée; elle est bornée à l'est par une ligne sinueuse, qui traverse la mer de Candie, la mer Égée, le détroit des Dardanelles, la mer de Marmara, le canal de Constantinople et la mer Noire. Les limites suivent ensuite le faîte de la chaîne du Caucase **, une partie des côtes de la mer Caspienne jusqu'à l'embouchure du Iaïk, puis une partie du cours de ce fleuve, le faîte de la chaîne de l'Oural, la rivière de Kara et la mer du même nom.

55. *Forme.*— La portion continentale de l'Europe forme une grande péninsule, attachée à l'Asie du côté de l'Orient et bordée par un grand nombre d'îles. Un de ses caractères les plus remarquables, qui a sans doute exercé une grande influence sur sa civilisation, est la quantité de mers intérieures qu'elle renferme et dont nous avons déjà indiqué les noms.

* Comme presque toutes les cartes modernes écrites en français sont établies d'après le méridien de Paris, je crois devoir m'en servir aussi dans cet ouvrage, quoique je trouve qu'il eût été préférable de continuer à compter d'après le méridien de l'île de Fer (4).

** J'indique ici le faîte du Caucase pour me conformer à l'usage le plus commun actuellement; usage qui tire peut-être son origine du désir qu'ont eu les Européens de posséder une partie des montagnes que l'on suppose avoir été le premier berceau de leurs ancêtres; car il me paraît que la limite proposée par Malte-Brun, et qui suit le cours du Don, du Manitsch et de la Kuma, est préférable. D'un autre côté, il me semble que, au lieu de faire décrire aux limites l'angle formé par le cours du Iaïk, il serait plus rationnel de continuer à suivre le faîte du prolongement de l'Oural, c'est-à-dire, des monts Mougodjar, et ensuite le cours de l'Emba jusqu'à son embouchure dans la mer Caspienne.

56. *Relief. Plaines.* — Un autre caractère important du relief de l'Europe, c'est l'existence d'une immense plaine qui forme plus de la moitié de sa surface et qui s'étend de la mer Caspienne à la mer du Nord. Cette plaine, dont le sol s'abaisse sur les bords de la mer Caspienne à 101 mètres en dessous du niveau de l'océan, est bornée à l'est par les monts Ourals, à l'ouest par les montagnes de la Scandinavie, ainsi que par celles des îles Britanniques, et au sud par des régions montueuses qui embrassent le reste de l'Europe, mais dans lesquelles se trouvent des plaines ou larges vallées que l'on peut quelquefois comparer, soit à des golfes qui s'avancent des mers ou de la grande plaine dans l'intérieur des montagnes, soit à d'immenses bassins placés au milieu de ces dernières.

Montagnes. — Les régions montueuses, situées au sud de la grande plaine, peuvent être considérées comme le prolongement occidental des montagnes qui traversent l'Asie, et présentent des chaînes souvent dirigées de l'est à l'ouest, d'où se détachent des rameaux ou chaînes transversales qui fléchissent plus ou moins vers le sud, quelquefois vers le nord *. Nous ferons connaître les principales de ces chaînes lorsque nous parlerons des régions où elles se trouvent; cependant nous dirons ici quelques mots sur les chaînes connues sous le nom de *Carpathes*, d'*Alpes* et de *Pyrénées*, parce qu'elles s'étendent sur plusieurs régions à la fois.

57. *Chaîne des Alpes.*—Les *Alpes* sont les montagnes les plus remarquables de l'Europe, tant sous le rapport de leur élévation que sous celui de leur étendue; elles sont comprises entre les 3ᵉ et 15ᵉ degrés de longitude orientale et forment une chaîne qui prend naissance sur les côtes du golfe de Gênes, d'où elle se dirige au nord jusqu'au Mont-Blanc en Savoie, et qui prend ensuite la direction de l'est, pour se terminer aux plaines de la Hongrie.

Il y a diverses manières de diviser les Alpes et de nommer leurs portions. On appelle, entre autres, *Alpes maritimes*, celles qui s'étendent de la mer au mont Viso, près des sources du Pô; *Alpes cottiennes*, celles qui se prolongent de ce point jusqu'au mont Cenis; viennent ensuite les *Alpes graies*,

* La classification des montagnes est une chose d'autant plus difficile que l'on est généralement tenté de combiner avec les considérations orographiques proprement dites, celles hydrographiques, géognostiques et géogéniques. Or, quoique, d'après le plan que je me suis tracé, les premières de ces considérations soient les seules qui devraient être envisagées dans ce travail, il ne m'est pas encore démontré que cette marche donnerait les résultats les plus naturels, et, d'un autre côté, presque toutes les classifications proposées jusqu'à présent étant plus ou moins influencées par diverses considérations étrangères, il faudrait, pour les réduire à un système unique, réunir des connaissances que je ne possède pas. Dans cet état des choses je n'ai pas cherché à établir une classification méthodique des montagnes, et je n'ai, en quelque manière, adopté d'autre règle générale que de suivre, autant que possible, l'usage le plus ordinaire.

qui se terminent avec le Mont-Blanc; celles-ci sont suivies par les *Alpes pennines*, qui vont jusqu'au mont Rose, près des sources de la Sésia; là commencent les *Alpes lépontiennes*, qui se prolongent jusqu'au mont Bernardin, près des sources du Rhin supérieur, et qui sont suivies par les *Alpes rhétiques;* lesquelles se terminent au Monte Croce, près des sources de la Piave, où commencent les *Alpes carniques*, que l'on pourrait considérer comme se prolongeant jusqu'aux plaines de la Hongrie *; mais la chaîne des Alpes s'élargissant lorsqu'elle a pris la direction de l'ouest à l'est, les portions que nous venons de nommer ne représentent, à partir des Alpes pennines, que la série des chaînons méridionaux, tandis que les chaînons septentrionaux prennent d'autres dénominations; telles sont : les *Alpes bernoises*, au nord de la vallée du Rhône; les *Alpes de Saint-Gall*, au nord-ouest de la vallée du Rhin; les *Alpes noriques*, que l'on considère quelquefois comme se prolongeant du lac de Constance à la Hongrie, et les *Alpes styriennes*, qui forment, entre les Alpes noriques et carniques, un troisième chaînon, commençant vers les sources de la Mur.

D'autres fois on désigne simplement les portions de la chaîne des Alpes par les noms des contrées qu'elles traversent : c'est ainsi que l'on dit les *Alpes piémontaises*, les *Alpes dauphinoises*, etc.

Le versant oriental des Alpes maritimes est intimement lié avec la chaîne des Apennins, dont il est en partie séparé par le cours de la Roia; il présente ensuite, le long des plaines du Piémont et de la Lombardie, des pentes abruptes, nettement détachées de toutes autres montagnes; mais, arrivé au lac de Garde,

* Beaucoup de géographes font terminer les Alpes carniques au mont Terglou, près des sources de l'Isonzo, et considèrent ensuite la chaîne des Alpes comme se courbant au sud-est pour se réunir au mont Balkan; ils donnent alors le nom d'*Alpes juliennes* aux montagnes qui vont du mont Terglou au mont Kleck, près d'Ogulin, et celui d'*Alpes dinariennes* à celles qui se prolongent de ce point aux environs de Sophie en Bulgarie; mais il est à remarquer que le chaînon de hautes montagnes qui s'étend entre la vallée de la Gail, les sources du Tagliamento, de la Fella et de l'Isonzo, se prolongent dans la même direction de l'ouest à l'est, entre les vallées de la Drave et de la Save, tandis que le massif de montagnes qui s'étend au sud de ce chaînon, est considérablement moins élevé. Il me semble donc qu'il est plus naturel de considérer la chaîne des Alpes comme continuant sa direction de l'ouest à l'est et de ne voir dans les montagnes au sud de cette chaîne que des contre-forts ou des massifs particuliers. D'un autre côté, comme dans la division en Alpes rhétiques, carniques, styriennes et noriques, on a eu égard aux vallées longitudinales qui se trouvent dans cette partie de la chaîne, il me paraît qu'il serait plus conforme à cette marche de considérer les Alpes carniques comme se prolongeant entre les vallées de la Drave et de la Save jusqu'aux plaines de Hongrie, plutôt que de les faire finir au Terglou; car, d'après cette dernière marche, le prolongement des Alpes carniques, entre la Save et la Drave, n'appartient à aucune des grandes divisions des Alpes, puisque l'on est dans l'habitude de considérer les Alpes styriennes comme limitées au sud par la vallée de la Drave.

les contre-forts s'élargissent, se rattachent à deux petits groupes de montagnes coniques, nommés *monti Berici* et *monts Euganéens*, et s'étendent de manière à occuper la Carniole, l'Istrie, la Croatie, et à se réunir avec le mont Balkan et les autres montagnes de la péninsule slavogreeque. Les contre-forts occidentaux des Alpes maritimes et des Alpes cottiennes se prolongent plus ou moins dans la Provence et dans le Dauphiné, et sont considérés comme séparés des Cévennes par la vallée du Rhône et par les plaines plus ou moins étendues qui accompagnent cette vallée. Le cours du Rhône, en remontant de la plaine du Dauphiné jusqu'au lac de Genève, est aussi considéré comme formant la limite des contre-forts des Alpes graies; mais là, les Alpes ne sont séparées de la chaîne du Jura que par une fente étroite. Au lac de Genève s'ouvre une vaste plaine ou pays de collines, qui longe les Alpes bernoises, saint-galloises et noriques, en se dirigeant d'abord au nord-est à travers la Suisse, et tournant ensuite à l'est à travers la Souabe et la Bavière. Cette plaine se resserre vers le confluent de l'Ens avec le Danube, et alors c'est le cours de ce fleuve qui sépare les Alpes du Bœhmerwald, des monts Moraves et des Carpathes.

Le Mont-Blanc, dont la hauteur est de 4,810 mètres, est la cime la plus élevée des Alpes et de l'Europe entière, lorsque l'on considère le Caucase comme appartenant entièrement à l'Asie.

Parmi les autres cimes nous citerons le mont Rose, 4,736 mètres; le Finsteraarhorn, dans les Alpes bernoises, 4,362; le mont Viso, 4,214; l'Ortler, dans les Alpes rhétiques, 3,905; le Gross-Glockner, dans les Alpes noriques, près des sources de la Salzach, 3,791; le Terglou, dans les Alpes carniques, près des sources de la Save, 3,019; l'Eisenhut, dans les Alpes styriennes, 2,493. Dans le nombre des passages les plus fréquentés des Alpes nous citerons le col de Tende dans les Alpes maritimes, élevé de 1,795 mètres; le mont Genèvre, dans les Alpes cottiennes; le mont Cenis, 2066; le grand Saint-Bernard, dans les Alpes pennines, 2,491; le Simplon, dans les mêmes Alpes, 2,005; le Saint-Gothard, dans les Alpes lépontiennes, 2,075; le Splügen, dans les Alpes rhétiques, 1,925; le Brenner, dans les mêmes Alpes, 1,407; le Loiblberg, dans les Alpes carniques, 1,309; le Semmering, dans les Alpes noriques, 1,413.

Les parties les plus élevées des Alpes sont couvertes de neiges perpétuelles, qui ne commencent que vers la hauteur de 3,000 à 3,200 mètres. On y voit aussi, surtout dans les environs du Mont-Blanc, des glaciers très-étendus. En général, les Alpes, par leur élévation, leurs escarpements, les pics décharnés qui forment plusieurs de leurs cimes, les neiges et les glaces qui en décorent d'autres, les eaux qui se précipitent en cascade de leurs sommets, les forêts et les pâturages qui recouvrent leurs flancs, présentent les effets les plus imposants et les vues les plus pittoresques de l'Europe. On y remarque

beaucoup de vallées longitudinales plus ou moins étendues, mais généralement barrées à leurs extrémités et communiquant par des défilés transversaux, communément fort étroits, et dont les flancs sont ordinairement plus escarpés que ceux des vallées longitudinales.

58. *Chaîne des Pyrénées*.— Les *Pyrénées* forment une chaîne de montagnes qui prend naissance à la partie méridionale du golfe de Lyon et s'étend dans la direction de l'est à l'ouest vers le golfe de Gascogne. On la considère comme n'étant pas plus étendue que l'isthme qui sépare ces deux golfes, parce que l'on donne le nom de *monts Cantabres* au prolongement de cette chaîne le long de la côte méridionale du golfe de Gascogne. Le versant septentrional des Pyrénées se détache nettement des contrées environnantes, du moins dans la partie occidentale, qui est bordée par la plaine de Gascogne; car dans la partie orientale, les contre-forts des Pyrénées, dont une portion prend le nom de *Corbières*, s'éloignent davantage du faîte et se terminent par des collines qui se lient avec les contre-forts des Cévennes, dont elles sont séparées par la dépression dans laquelle on a construit le canal de Languedoc.

Les Pyrénées sont sillonnées par un grand nombre de vallées transversales, qui, en général, prennent naissance au faîte de la chaîne; les vallées longitudinales y sont peu étendues. On y voit beaucoup de cirques; l'un des plus remarquables par l'élévation et l'escarpement de ses bords, ainsi que par la beauté de la cascade qu'y forme le Gave de Pau, est l'*Oule de Gavarnie*, ainsi nommé parce qu'il ressemble à une immense chaudière. Ces montagnes ne présentent en général que des crêtes étroites et des pics qui atteignent dans le milieu de la chaîne une hauteur considérable; tels sont : le pic de Néthou, haut de 3,404 mètres, et le mont Perdu, de 3,351. Les cols ou, comme disent les habitants des Pyrénées, les *ports*, par où l'on peut franchir cette partie de la chaîne, sont aussi très-élevés; tels sont: le *port de la Paz*, haut de 3,298 mètres; celui d'*Oo*, 3,002; celui de *Gavarnie*, 2,539, etc.; mais la chaîne s'abaisse vers ses deux extrémités, et le col de Gorrity, que l'on considère comme formant la limite entre les Pyrénées et les monts Cantabres, ne paraît pas avoir plus de mille mètres de hauteur : néanmoins on trouve dans la partie orientale le Canigou, qui atteint déjà une élévation de 2,785 mètres, et qui n'est qu'à sept myriamètres de la naissance de la chaîne.

Les hautes cimes des Pyrénées présentent des neiges perpétuelles, dont la limite inférieure est, d'après Ramond, à environ 2,700 mètres, du moins sur les pentes septentrionales, car il est rare que les neiges des pentes méridionales ne fondent pas entièrement pendant l'été. Il existe aussi quelques glaciers dans le milieu de la chaîne, mais ils sont restreints aux grandes hauteurs et ne descendent pas dans les vallées profondes.

59. *Chaîne des Carpathes*. — Les *Carpathes* ou *monts Krapacks* s'étendent entre les 14e et 24e degrés de longitude orientale, en formant un arc de cercle

dirigé de l'est à l'ouest, et dont la convexité est tournée vers le nord. Cette chaîne est séparée des Alpes au sud-ouest par la vallée du Danube; à l'ouest elle est séparée du Bœhmerwald par la plaine ou grande vallée de Moravie; elle se lie ensuite aux monts Sudètes, dont la plus grande partie des Carpathes pourrait être considérée comme le prolongement oriental; elle est bornée au nord et à l'ouest par la grande plaine de l'Europe, et au sud par les plaines de la Hongrie et de la Valachie, ainsi que par le cours du Danube. Depuis les Sudètes jusqu'à son extrémité sud-ouest, le versant septentrional ou extérieur des Carpathes se distingue nettement de la grande plaine, en présentant néanmoins des pentes douces et peu élevées; mais le versant méridional ou intérieur est plus compliqué, et il s'en détache de puissants rameaux, ou plutôt la chaîne forme des renflements considérables qui s'avancent dans la plaine. Le plus oriental de ces massifs, compris entre la Waag et la Theiss, présente des cimes très-élevées; telle est la pointe de Lomnitz, haute de 2,701 mètres et située dans le groupe nommé les *monts Tatra*. Le massif oriental, qui occupe toute la Transylvanie, est plus étendu et se prolonge jusqu'au sud du Danube *. On y distingue notamment la cime nommée Budosch, haute de 2,924 mètres; mais il paraît que ces hautes sommités sont, en quelque manière, des centres de groupes particuliers; car la chaîne proprement dite des Carpathes est généralement moins élevée.

60. *Lacs et cours d'eau.*—L'Europe renferme un grand nombre de lacs, et elle est arrosée par une multitude de cours d'eau, dont l'existence a puissamment contribué au développement de sa population. Le plus grand de ces cours d'eau est le *Volga*, qui prend sa source dans la grande plaine et qui se jette dans la mer Caspienne. Parmi les autres fleuves importants qui prennent également leur source dans la grande plaine, nous citerons encore le *Dnieper* et le *Dniester*, qui se jettent dans la mer Noire; le *Don*, qui se jette dans la mer d'Azoff, et la *Duna*, qui se jette dans la mer Baltique. Parmi ceux qui prennent leur source dans la partie montueuse et qui traversent la grande plaine, les principaux sont : le *Rhin* et l'*Elbe*, qui se jettent dans la mer du Nord; la *Vistule* et l'*Oder*, qui se jettent dans la Baltique. Les fleuves renfermés dans la partie montueuse sont généralement moins étendus, à l'exception du *Danube*, qui est le second fleuve de l'Europe sous ce rapport, et qui se jette dans

* On considère ordinairement les montagnes de Transylvanie, que l'on appelle aussi *Alpes bastarniques*, comme se rattachant au mont Balkan, et effectivement ces montagnes traversent le Danube près de Belgrade, c'est-à-dire que ce fleuve y coule à travers une fente étroite. Mais il paraît, d'après les nouvelles observations de MM. Hauslab et Otto de Pirch (*Bulletin de la Société géologique de France*, t. III, p. 97), que ces montagnes s'affaissent entre le Danube et la Morawa, et qu'elles sont tout à fait séparées du mont Balkan par une dépression du sol assez prononcée.

la mer Noire, en présentant la particularité de couler de l'ouest à l'est, tandis que tous les autres cours d'eau nommés ci-dessus, coulent du nord au sud ou du sud au nord.

61. *Division en régions.*—L'*Europe* peut être partagée en deux grandes divisions : l'une *occidentale*, l'autre *orientale* *, qui de leur côté peuvent se subdiviser en 14 régions ; savoir : dans l'Europe occidentale, le *Spitzberg*, les *îles Fœroé*, les *îles Britanniques*, les *îles Açores*, l'*Espagne*, la *France*, l'*Italie*, l'*Allemagne*, le *Danemark*, la *Scandinavie* ; et dans l'Europe orientale, la *Russie*, la *Pologne*, la *Hongrie* et les contrées situées au sud-est du Danube, que l'on pourrait nommer *Slavogrèce* **.

62. *Spitzberg.*—Le *Spitzberg* est un archipel situé dans l'océan Arctique, entre les 77e et 81e degrés de latitude et les 5e et 29e degrés de longitude orientale. Il se compose de trois grandes îles et de plusieurs petites. Le sol en est généralement montueux, et la cime, nommée la *Pointe noire*, atteint la hauteur de 1,372 mètres. Il est inutile d'ajouter que, sous cette latitude, tous les points un peu élevés sont couverts de neiges et de glaces perpétuelles.

* On divise plus souvent l'Europe en septentrionale, centrale et méridionale; mais la division en occidentale et orientale, employée par M. Balbi, me paraît préférable; car elle est en partie tracée par la mer Baltique et la mer Adriatique, et elle évite de partager la grande région comprise entre la mer Blanche et la mer Noire, que l'usage réunit ordinairement sous le nom de Russie.

** Il est très-difficile de désigner d'une manière convenable la grande région qui s'étend au sud du Danube entre la mer Adriatique et la mer Égée. On l'a souvent nommée *Turquie d'Europe*; mais cette dénomination a toujours été défectueuse, car, lorsque les Turcs possédaient la Bessarabie et la Tauride, elle s'appliquait à des contrées que la géographie naturelle ne doit pas confondre avec la péninsule au sud du Danube, et cependant les Turcs n'étant, selon l'expression d'un profond politique, que *campés* en Europe, il n'était pas possible de rattacher le nom de Turquie à la partie de leur empire située au sud du Danube, plutôt qu'à celle située au nord; mais ce nom est devenu encore plus défectueux depuis qu'une partie de cette région compose le nouveau *royaume de Grèce*. En général, les noms des États qui embrassent, comme parties principales, des contrées que la géographie naturelle divise, ne doivent pas entrer dans les dénominations adoptées par cette dernière, surtout lorsqu'il s'agit d'un nom qui, comme celui des Turcs, rappelle un pays étranger à leur domination actuelle. Le nom de *péninsule grecque* ou *hellénique*, qui a aussi été employé, a le défaut de donner l'idée de la Morée ou Péloponèse plutôt que celle de la grande région indiquée ci-dessus. Celui de *péninsule orientale*, proposé dans ces derniers temps, a l'inconvénient d'exiger que l'on y ajoute l'indication de l'Europe pour savoir de quoi il est question, et de ne pouvoir être employé sans le mot péninsule; ce qui le rend très-défectueux lorsque l'on veut désigner l'ensemble formé par la péninsule continentale et les îles qui l'entourent. Il m'a paru que les noms de *Slavogrèce* et de *péninsule slavogrecque*, déjà indiqués, quoique non adoptés, par M. Balbi, éviteraient ce double inconvénient; ce nom, facile à prononcer, ayant l'avantage de rappeler deux royaumes qui forment les deux extrémités de la région, l'Esclavonie et la Grèce.

63. *Iles Færoé.*—Les *îles Færoé* ou *Faroer* sont un groupe de 35 petites îles, situées dans l'océan Atlantique, vers le 62e degré de latitude boréale et le 9e degré de longitude occidentale. Leur sol est généralement montueux et présente des cimes qui s'élèvent de 6 à 700 mètres. La principale de ces îles est celle de Stromoe, dont la surface est d'un peu plus de trois myriamètres carrés.

64. *Iles Britanniques.* — Les *îles Britanniques* forment un groupe qui s'étend entre les 50e et 61e degrés de latitude boréale et entre les 1er et 13e degrés de longitude occidentale; elles sont baignées à l'ouest par l'océan Atlantique et à l'est par la mer du Nord. Au sud elles sont séparées de la France par le Pas-de-Calais et la Manche.

La plus importante de ces îles, et en même temps la plus grande île de l'Europe, est la *Grande-Bretagne,* qui a une surface d'environ 2,250 myriamètres carrés et occupe la partie sud-est du groupe. Sa portion méridionale s'appelle *Angleterre**, et sa portion septentrionale, *Écosse.*

A l'ouest de la Grande-Bretagne se trouve l'*Irlande,* dont la surface est de plus de 700 myriamètres carrés. Toutes les autres îles sont beaucoup moins considérables : les unes, comme celles de *Wight,* d'*Anglesey,* de *Man,* d'*Arran,* d'*Ila,* de *Mull,* de *Skye,* etc., sont placées d'une manière plus ou moins isolée le long des côtes de la Grande-Bretagne; les autres sont réunies en groupes, qui ont des noms généraux; telles sont : les *Hébrides,* placées au nord-est de l'Écosse; les *Orcades,* au nord de cette dernière contrée; les *Shetland,* au nord des Orcades, et les *Sorlingues* ou *îles Scylly,* groupe de très-petites îles, placées à l'extrémité sud-ouest de l'Angleterre.

La partie orientale de l'Angleterre est une contrée basse et assez unie, que l'on peut considérer comme l'extrémité occidentale de la grande plaine de l'Europe; mais la partie occidentale de l'Angleterre, ainsi que l'Écosse, l'Irlande et les îles septentrionales, présentent un sol montueux, et pourraient être considérées, en faisant abstraction d'interruptions plus ou moins étendues, comme une chaîne de montagnes dirigée du nord au sud, en fléchissant un peu vers l'ouest. Le versant oriental de cette chaîne présente, surtout en Écosse, des côtes escarpées, découpées par une multitude de golfes, de canaux et de bras de mer, qui y déterminent un grand nombre d'îles et de presqu'îles.

Les diverses portions de ce système montueux sont désignées par un grand nombre de dénominations particulières. On y distingue notamment les *monts Grampians,* qui occupent la partie septentrionale de l'Écosse, et les *monts*

* Dans la division statistique de l'*empire Britannique,* la contrée désignée ci-dessus sous le nom d'Angleterre, forme le *royaume d'Angleterre* et la *principauté de Galles;* mais la géographie naturelle ne peut voir dans le pays de Galles qu'une subdivision de l'Angleterre.

Cheviots, qui forment en partie la séparation de cette contrée et de l'Angleterre. Du reste, ce système n'atteint pas une grande élévation, et le sommet que l'on considère comme le plus haut de toutes les îles Britanniques, est le Ben-Nevis dans les Grampians, haut de 1,325 mètres.

Les cours d'eau sont nombreux dans les îles Britanniques; mais ils y sont généralement peu étendus. Le principal est la *Tamise*.

65. *Iles Açores*. — Les *Açores* sont un groupe de petites îles, situées dans l'océan Atlantique, entre les 36e et 40e degrés de latitude boréale et entre les 27e et 34e degrés de longitude occidentale; elles sont en général assez élevées au-dessus du niveau de la mer et atteignent dans l'île de Pico la hauteur de 2,412 mètres.

66. *Espagne*.—L'*Espagne* * est située entre les 44e et 36e degrés de latitude boréale, et entre le 12e degré de longitude occidentale et le 2e degré de longitude orientale : elle est bornée au nord par le faîte des Pyrénées et le golfe de Gascogne; à l'ouest, par l'océan Atlantique; au midi, par le même océan, le détroit de Gibraltar et la mer Méditerranée; à l'est par cette dernière mer.

67. Elle se compose d'une vaste péninsule, de forme à peu près carrée, et de quelques îles, parmi lesquelles il n'y a de remarquables que celles nommées *îles Baléares*, dont les principales sont : Majorque, Minorque et Iviça.

68. C'est une région généralement montueuse, caractérisée par l'existence d'un vaste plateau qui occupe sa partie centrale et dont la hauteur moyenne est de 7 à 900 mètres. On peut y reconnaître cinq systèmes principaux de montagnes, dirigés de l'est à l'ouest, et qui se distinguent assez nettement dans la partie occidentale, où ils sont, à quelques exceptions près, séparés par quatre grands cours d'eau; mais qui, du côté de l'est, présentent une confusion telle que l'on y admet aussi l'existence d'un sixième système, dont la direction formerait presque un angle droit avec celle des cinq autres. Toutefois ce système pourrait bien n'être que la chute du grand plateau vers un sol moins élevé**.

* La région naturelle désignée ici sous le nom d'*Espagne*, diffère de la *monarchie espagnole*, parce qu'elle comprend le *royaume de Portugal*, ainsi que la *ville de Gibraltar*, et ne comprend pas les possessions espagnoles situées hors de l'Europe.

** Je veux parler ici du *système* que M. Bory de Saint-Vincent désigne par l'épithète d'*Ibérique*, et qui se dirigerait, comme le cours de l'Èbre, du N.-N.-O. au S.-S.-E. Ne connaissant pas les lieux, je suis bien loin de vouloir nier l'existence de ce système; mais avant d'adopter une division qui se trouve en opposition complète avec l'uniformité de direction qui caractérise les autres systèmes de montagnes de la péninsule, j'aimerais de savoir si le savant auteur que je viens de citer n'a pas été influencé par l'importance que beaucoup de géographes attribuent aux bassins hydrographiques, et si de nouvelles observations ne

69. Le premier de ces systèmes au nord se compose des *Pyrénées* (58) et des *monts Cantabres,* qui forment le prolongement des Pyrénées, le long du golfe de Gascogne, c'est-à-dire, au delà de l'isthme qui unit la péninsule au reste du continent.

Les principales parties des monts Cantabres, en allant de l'est à l'ouest, sont désignées par les noms de *monts d'Aralar, Sierra de Aranzazu, monts d'Altube, Sierra de Salvada, Sierra Angana, Sierra Sejos, Sierra Cabadonga, Sierra Penaramela, Sierra Constantina, Sierra de Meyra, Sierra de Troncedo, Sierra de Quadramon, Sierra de Teeyra,* etc.

Le faîte de cette chaîne étant peu éloigné de la mer, son versant septentrional n'a pas beaucoup d'étendue, mais son versant méridional présente des rameaux plus ou moins prolongés, qui se rattachent à ceux du second système, dont on les considère comme séparés par le cours du Duero.

La cime la plus élevée des monts Cantabres paraît être la Pena de Penaranda, haute de 3,262 mètres.

70. Le second *système,* que M. Bory de Saint-Vincent appelle *Carpetano-vettonique,* porte dans la partie centrale le nom de *Sierra de Guadarama,* d'où il se prolonge à l'ouest sous diverses dénominations; telles que : *Sierra de Avila, Sierra de Gredos, Sierra de Bejar, Sierra de Gata, Sierra da Estrella,* et se termine à la mer par divers chaînons, qui occupent l'espace entre les embouchures du Duero et du Tage. La plus grande élévation de ce système paraît être dans la Sierra de Gredos, qui atteint la hauteur de 3,216 mètres. Les montagnes qui se prolongent à l'est de la Sierra de Guadarama, portent les noms de *Sierra de Ayllon,* de *Sierra de Pela* et de *Sierra de Miledos.* A l'extrémité de celle-ci la chaîne est interrompue par la dépression dans laquelle coule l'Èbre; mais au delà de cette dépression on trouve dans la même direction les *montagnes de la Catalogne,* qui pourraient, sous certains rapports, être considérées comme une dépendance du système qui nous occupe et qui se rattachent vers le nord aux Pyrénées. L'un des points les plus remarquables de ces montagnes est le *Mont-Serrat,* haut de 1,218 mètres.

71. Le troisième système a pour partie principale les *monts de Tolède,* qui sont à peu près dans le centre de la péninsule, et qui se prolongent à l'ouest sous les noms de *Sierra de Guadalupe, Sierra de San-Benito, Sierra de San-Pedro, Sierra de San-Mames.* Cette chaîne, moins élevée que celle de

feront pas reconnaître que ce que l'on a pris pour une chaîne de montagnes ne serait pas une simple coupure dans le plateau de Castille, et s'il ne serait pas possible, ainsi que je l'indiquerai ci-après, de voir dans le Mont-Serrat une continuation de la Sierra de Guadarama; dans la Sierra d'Albarcin, une continuation des monts de Tolède, et dans la Sierra de Onil, une continuation de la Sierra Morena.

Guadarama, atteint cependant dans la Sierra de Guadalupe la hauteur de 1,559 mètres. Du côté de l'est, ce système est moins bien dessiné ou moins bien connu; mais il semble que l'on pourrait y rapporter la *Sierra de Albaracin* en Aragon et les autres massifs qui se prolongent jusqu'à la Méditerranée.

72. Au sud des monts de Tolède se trouve la *Sierra Morena* ou *monts Marianiques;* grande chaîne de montagnes qui forme la chute du plateau central de l'Espagne vers la vallée du Guadalquivir et qui se prolonge à l'ouest sous les noms de *Sierra Constantina* et de *Sierra de Aroche*. C'est dans cette dernière partie que se trouve la cime la plus élevée du système, le *Cumbre de Aracena,* haut de 1,676 mètres. On peut aussi comprendre dans ce système la *Sierra de Calderao* et la *Sierra de Monchique* ou *monts Cunéiques,* qui se trouvent dans la même direction, et qui ne sont séparées des premières chaînes que par le cours de la Guadiana; rivière qui, après avoir coulé longtemps de l'est à l'ouest dans une dépression longitudinale, prend brusquement la direction du nord au sud pour passer entre la Sierra de Aroche et celle de Calderao. Il semble que l'on pourrait aussi voir un prolongement oriental de ce système dans la *Sierra de Alcaraz,* dans la *Sierra de Onyl* et même dans les îles Baléares, qui se trouvent sur la même direction, et présentent, entre autres, le *puig de Torcella* dans l'île de Majorque, dont l'élévation est de 1,463 mètres.

73. Enfin, entre le Guadalquivir et la mer se trouve la *Sierra de Nevada,* chaîne de montagnes qui doit son nom à la présence des neiges perpétuelles et qui est la plus haute de l'Europe après les Alpes et le Caucase, l'une de ses cimes, le *Mulahasen,* atteignant la hauteur de 3,555 mètres.

Le prolongement occidental de la Sierra de Nevada est connu sous les noms de *Sierra de Antequera* et de *Sierra de Ronda,* et celui de l'est sous le nom de *Sierra de Filabres*. Il se détache aussi de cette chaîne des rameaux ou contre-forts, dont l'un des plus remarquables porte le nom d'*Alpuxarras*. L'ensemble du *système* a été désigné par l'épithète de *Bétique* par M. Bory de Saint-Vincent.

74. Les principaux cours d'eau de l'Espagne sont : l'*Èbre,* le *Duero,* le *Tage,* la *Guadiana* et le *Guadalquivir*. Les trois derniers coulent de l'est à l'ouest, et ont leur embouchure dans l'océan Atlantique, tandis que l'Èbre coule de l'ouest à l'est, et se rend dans la Méditerranée. Les autres cours d'eau ayant en général des bassins peu considérables, il en résulte que la majeure partie de la région appartient aux bassins hydrographiques de l'océan Atlantique.

75. *France.* — La région naturelle dont le royaume de *France* occupe la plus grande partie, peut être considérée comme bornée au nord par la mer du Nord, le Pas-de-Calais et la Manche; à l'ouest, par le golfe de Gascogne; au midi, par le faîte des Pyrénées, le golfe de Lyon et celui de Gênes; à l'est,

par le faîte d'une partie des Alpes, et ensuite par le cours du Rhin, celui de l'Yssel et le golfe du Zuyderzée *.

76. La partie septentrionale de cette région appartient à la grande plaine du milieu de l'Europe. Le reste se compose de contrées montueuses, renfermant aussi des plaines ou des contrées basses plus ou moins étendues. L'une des plus importantes parmi ces dernières est quelquefois désignée par le nom de *Bassin de Paris,* et se rattache par le nord à la grande plaine en s'avançant, comme un golfe, au milieu de contrées plus élevées qui l'entourent en formant une demi-ceinture.

La partie occidentale de celle-ci, comprenant, entre autres, la presqu'île de *Bretagne,* peut être considérée comme un prolongement des montagnes d'Angleterre, dont elle n'est séparée que par la Manche. Son élévation est peu considérable et paraît atteindre tout au plus la hauteur de 300 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Une dépression du sol dans laquelle coule le Clain, sépare le massif de la Bretagne d'un autre massif plus étendu et plus élevé, que l'on appelle ordinairement *le plateau central de la France,* et dont les parties les plus hautes sont connues sous le nom de *montagnes d'Auvergne* et des *Cévennes.* On distingue, dans les premières, trois groupes principaux : les *Monts-Dores,* dont le sommet le plus élevé, nommé le *Puy de Sancy,* atteint la hauteur de 1,884 mètres ; le *Cantal,* grosse masse conique, dont l'élévation est de 1,857 mètres, et les *Monts-Dômes,* qui forment une chaîne de montagnes coniques, dont le point culminant est le Puy-de-Dôme, haut de 1,467 mètres.

Les *Cévennes,* qui établissent, en quelque manière, la liaison entre les Alpes et les Pyrénées, forment la chute sud-est du plateau central vers le golfe

* Cette région naturelle, qu'il serait plus exact de nommer *Gaules* avec les anciens, diffère du *royaume de France,* parce qu'elle ne contient, ni la Corse, qui fait partie de l'Italie, ni les possessions françaises situées hors de l'Europe, et parce qu'elle renferme la Belgique, ainsi que des portions plus ou moins considérables des États néerlandais, prussiens, hessois, bavarois, suisses et sardes. On trouvera, sans doute, qu'en donnant une si grande extension à cette région, je me suis écarté de l'usage ordinaire, et par conséquent du plan que je me suis tracé ; mais je répondrai que je n'ai pu trouver aucun autre moyen de donner des limites naturelles à cette région. En effet, si l'on voulait, par exemple, comprendre la Savoie dans l'Italie, il n'y aurait plus de limites naturelles entre cette dernière région et la France. D'un autre côté, la confédération suisse est une association politique qui, sous le rapport géographique, aussi bien que sous le rapport ethnographique, se compose de portions de la France, de l'Allemagne et de l'Italie. Quant aux limites politiques entre la France et l'Allemagne, elles varient, pour ainsi dire, à chaque quart de siècle, et celles actuelles ne sont d'accord, ni avec la géographie ni avec l'ethnographie. Enfin les associations politiques qui ont porté le nom de Pays-Bas, ne se rapportent pas non plus à des circonscriptions géographiques ou ethnographiques, et ne pourraient même pas, dans le moment actuel, être indiquées sous le rapport statistique, puisque les démarcations de fait n'y sont pas d'accord avec les traités.

de Lyon et le cours du Rhône, et se présentent en général sous la forme de plateaux terminés par des escarpements plus ou moins prononcés. On y distingue, entre autres, la Lozère, haute de 1,489 mètres. Le prolongement des Cévennes au sud-ouest porte le nom de *Montagne-Noire,* et est moins élevé ; celui du nord-est présente le groupe du *mont Mézin,* qui atteint la hauteur de 1.766 mètres et qui ressemble beaucoup aux montagnes d'Auvergne, auxquelles il se rattache.

An nord du Mézin, le plateau central est entamé par des plaines ou grandes vallées, dont les principales sont : la *Limagne d'Auvergne,* traversée par l'Allier, et qui sépare les Monts-Dômes des montagnes du Forez ; les *plaines de Montbrison* et de *Roanne,* traversées par la Loire, et qui séparent les montagnes du Forez de celles du Lyonnais et du Beaujolais, et la *plaine du Bourbonnais,* formée par la réunion des vallées de la Loire et de l'Allier.

La ceinture montueuse du bassin de Paris ne se relève pas rapidement au nord-est de cette dernière plaine, et les chaînes nommées *Morvan* et *Côte-d'Or* ne dépassent pas la hauteur de 600 mètres, qui est celle du *Tasselot* dans la dernière de ces chaînes ; celle-ci se rattache aux *Vosges,* montagnes qui atteignent, au *ballon de Guebwiller,* la hauteur de 1,403 mètres, et qui forment un petit massif dirigé du nord au sud, et principalement composé d'élévations coniques, d'où vient le nom de ballons, que l'on donne à plusieurs de leurs cimes. Du côté de l'ouest, les Vosges ne se détachent pas d'une manière fort tranchée des *plateaux de la Lorraine,* qui s'abaissent insensiblement vers le bassin de Paris ; mais du côté de l'est elles s'élèvent brusquement au-dessus de la *plaine d'Alsace,* qui fait partie d'une grande vallée, ou plaine, traversée par le Rhin depuis le confluent de la Birse jusqu'à celui de la Nahe.

On considère les Vosges proprement dites comme se terminant vers le cours de la Zorn, point où cessent les montagnes coniques ; mais la chaîne se relève ensuite, en formant un second massif, dirigé, comme le premier, du sud au nord, et que l'on nomme *Hardt* ou *Basses-Vosges.* Ce massif présente des plateaux sillonnés par des vallées profondes, dont les flancs escarpés ressemblent à des murailles flanquées par de grosses tours. Son point culminant est le *Kalmuk,* haut de 674 mètres ; mais au nord de la Hardt proprement dite se trouve une chaîne de montagnes dirigées de l'est à l'ouest, dont le point le plus élevé est le *Donnersberg,* grosse montagne conique qui atteint la hauteur de 699 mètres.

La chaîne du Donnersberg n'est séparée que par le cours de la Nahe de plateaux élevés qui ne sont eux-mêmes séparés de ceux du milieu de l'Allemagne que par la vallée ou plutôt par la crevasse dans laquelle coule le Rhin, au nord du confluent de la Nahe. Ces plateaux sont considérés comme divisés en trois parties : le *Hundsrück,* situé au sud-est de la Moselle ; l'*Eifel,* entre cette rivière et la Roer ; l'*Ardenne,* qui s'étend de la Roer aux sources de

l'Oise, point où ces plateaux se perdent entre le bassin de Paris et les plaines de la Flandre. Le point culminant du Hundsrück est l'*Erbsenkopf,* haut de 820 mètres; celui de l'Eifel est le *Hohenacht,* près d'Adenau, haut de 735 mètres, et celui de l'Ardenne est le *Sneifel*, près de Prum, haut de 650 mètres.

77. La demi-ceinture que nous venons de décrire est séparée des Pyrénées au sud-ouest par une grande *plaine,* qui est en quelque manière la continuation du golfe de *Gascogne.* Une autre *plaine,* ou plutôt une série de plaines, dirigée du sud au nord, et qui forme, pour ainsi dire, le prolongement du golfe de *Lyon*, sépare le milieu de la demi-ceinture des Alpes et du *Jura.*

Ce dernier est une chaîne dirigée du sud-ouest au nord-est, qui s'étend des Alpes aux montagnes du milieu de l'Allemagne, dont elle est respectivement séparée par le cours du Rhône et par celui du Rhin. Les extrémités du Jura sont divisées en chaînons parallèles par de nombreuses vallées longitudinales; mais sa partie centrale forme plutôt un plateau inégal; il se soutient en général à une hauteur considérable, et atteint au *Reculet* l'élévation de 1,717 mètres.

Le Jura, en se détachant des Alpes, donne naissance à une *plaine* ou pays de petites collines, qui embrasse une partie *de la Suisse*, et qui se prolonge en Allemagne.

78. La France est arrosée par un grand nombre de cours d'eau : les plus importants, après le *Rhin* (60), sont : le *Rhône,* qui prend sa source dans les Alpes lépontiennes et se jette dans le golfe de Lyon; la *Loire,* qui prend sa source dans le groupe du Mézin et se jette dans le golfe de Gascogne; la *Seine,* qui prend sa source dans la Côte-d'Or et se jette dans la Manche; la *Meuse*, qui prend sa source au plateau de Langres, traverse une partie de l'Ardenne et se jette dans la mer du Nord; l'*Escaut* et la *Gironde* sont remarquables par la largeur qu'ils présentent à leurs embouchures; mais ce ne sont pas des cours d'eau très-étendus.

79. La contrée située entre le Rhin et les Alpes, c'est-à-dire, la Suisse, présente beaucoup de *lacs :* les principaux sont ceux de *Genève* ou *Léman*, traversé par le Rhône; de *Constance* ou *Bodensee,* traversé par le Rhin; de *Neufchâtel,* de *Zürich,* des *Quatre-cantons,* de *Thun,* qui versent leurs eaux dans le Rhin.

80. *Italie.*— L'*Italie* est située entre les 47e et 36e degrés de latitude boréale et les 4e et 16e degrés de longitude orientale; elle est séparée de la France et de l'Allemagne, à l'ouest et au nord, par le faîte des Alpes; elle est bornée à l'est par le cours de l'Isonzo et la mer Adriatique; enfin, elle est baignée au sud et à l'ouest par la Méditerranée.

81. Elle se compose d'une portion continentale qui est principalement

formée d'une presqu'île en forme de botte et de plusieurs îles, dans le nombre desquelles il y en a d'assez considérables, telles que la *Sicile*, la *Sardaigne* et la *Corse*. Parmi les autres on distingue : l'*île de Malte*, l'*île d'Elbe*, les *îles Éoliennes*, etc.

82. La péninsule Italienne est traversée dans toute sa longueur par les *Apennins,* chaîne de montagnes attachée par son extrémité occidentale aux Alpes maritimes, dont elle est en partie séparée par le cours de la Roïa. La portion septentrionale des Apennins se dirige de l'ouest à l'est, à peu près parallèlement aux Alpes pennines et lépontiennes, dont elle est séparée par une *plaine* ou grande vallée, arrosée par le *Pô*, et qui est, en quelque manière, le prolongement de la mer Adriatique. La chaîne se recourbe ensuite vers le sud-est et se bifurque vers l'extrémité de la péninsule pour embrasser le golfe de Tarente.

Les Apennins présentent souvent des croupes arrondies et une crête assez uniforme, d'où se détachent des rameaux qui vont en s'abaissant vers les côtes, et qui sont séparés par des vallées qui s'ouvrent quelquefois de manière à former de véritables plaines; telles sont celles qui se trouvent vers les embouchures du Tibre, du Volturne, etc. Cependant, le versant méridional de la partie de la chaîne qui borde le golfe de Gênes se compose d'escarpements qui s'élèvent brusquement le long de la mer. Parmi les rameaux qui se détachent des Apennins nous citerons le *Vésuve,* près de Naples; les *monts d'Albano,* près de Rome, et les *montagnes de Piombino,* en Toscane, que l'on devrait peut-être considérer comme des montagnes indépendantes. La cime la plus élevée des Apennins est le *Monte Corno,* ou *Cavallo*, dans l'Abruzze, haut de 2,900 mètres; mais la chaîne est en général beaucoup moins élevée.

83. Le peu de largeur de la péninsule Italienne est cause que ses cours d'eau ne sont pas étendus. Les principaux sont le *Tibre* et l'*Arno;* car le *Pô* n'appartient pas à la péninsule proprement dite.

84. La *Sicile* est une île de forme triangulaire, couverte de montagnes qui ne sont séparées d'une des extrémités des Apennins que par le phare ou détroit de Messine.

Parmi ces montagnes on distingue l'Etna; grosse élévation isolée, de forme conique et haute de 3,237 mètres.

85. La *Corse* et la *Sardaigne* sont aussi couvertes de montagnes, qui constituent une chaîne dirigée du nord au sud, mais interrompue par le détroit de Boniface, et dont se détachent des rameaux transversaux; c'est parmi ces derniers que se trouve le *Monte d'Oro* en Corse, haut de 2,700 mètres, et qui paraît être le point culminant des deux îles.

86. *Allemagne.* — Nous considérons l'*Allemagne* comme bornée au nord par la mer Baltique, l'isthme de Jutland et la mer du Nord, à l'ouest par le

Zuydersée et les cours de l'Yssel et du Rhin, au midi par le faîte d'une partie des Alpes, à l'est par le pied oriental de cette chaîne, puis par le faîte d'une partie des Carpathes et ensuite par une ligne tirée des sources de la Vistule à l'embouchure de ce fleuve dans la Baltique et suivant le cours de la Prosna, ainsi que celui de la portion inférieure de la Vistule.

87. La partie septentrionale de cette région appartient à la grande plaine de l'Europe. Le milieu est généralement occupé par des contrées montueuses, et la partie méridionale se compose de plaines et d'une portion du versant nord-ouest des Alpes.

Les contrées montueuses du milieu de l'Allemagne, que l'on désigne quelquefois par la dénomination générale de *monts Hercyniens,* et qui portent un grand nombre de noms particuliers, présentent trois massifs principaux : l'un au nord-ouest; l'autre au sud-ouest, et le troisième à l'est.

88. Le massif du nord-ouest peut être considéré comme le prolongement de l'Ardenne (76) et comme s'étendant dans la direction du nord-est jusque vers le confluent de l'Ohre avec l'Elbe. On y distingue notamment le *Westerwald,* entre la Sieg et la Lahn; groupe qui n'est séparé de l'Eifel que par la vallée du Rhin et qui atteint au *Salzburgerkopf* la hauteur de 846 mètres. Plus loin se trouve le *Habichtswaldt,* entre la Fulde et la Diemel. Au nord de ce massif s'étend un rameau peu élevé, mais assez long, nommé le *Teutoburgerwald* ou *Egge,* qui se dirige dans le sens du sud-est au nord-ouest, en formant une pointe qui se perd dans la plaine vers le confluent de l'Hogster-Aa avec l'Ems. Au sud du Westerwald se trouve un autre plateau parallèle, nommé le *Taunus* ou *Hœhe,* qui n'est séparé du Hundsrück que par le défilé dans lequel coule le Rhin, entre la Lahn et le Mein, et qui atteint au *Feldberg* la hauteur de 846 mètres. Au sud du Mein se trouve l'*Odenwald,* qui est séparé de la Hardt par la vallée du Rhin et qui s'élève au *Katzenbuckel* à la hauteur de 708 mètres.

Le Mein sépare l'Odenwald du *Spessart,* qui s'élève, au *Geiersberg,* à 617 mètres, et qui est suivi dans la même direction nord-est par le *Rhœngebirge,* chaîne composée de montagnes coniques, dont l'une, le *Kreuzberg,* s'élève à la hauteur de 920 mètres.

Dans la même direction que le Westerwald et le Habichtswald, mais au delà d'une dépression du sol dans laquelle coule le Weser, se trouve le *Hartz;* groupe isolé, qui atteint au mont Brocken la hauteur de 1,134 mètres. Enfin, on pourrait encore citer, comme étant dans la continuation de cette direction, de petites collines situées dans la grande plaine à l'est du Hartz, et que l'on désigne quelquefois par le nom de *Deister* ou *monts d'Avensleben.*

89. Le massif du sud-ouest se compose du *Schwarzwald* ou *Forêt-Noire* et du *Rauhe-Alb* ou *Alb de Souabe.* Le premier de ces groupes est parallèle aux Vosges, dont il est séparé par la plaine d'Alsace, et s'élève à 1,495 mètres

au *Feldberg*. L'Alb de Souabe, qui est en quelque manière une continuation du Jura, dont il est séparé par le cours du Rhin, ne dépasse pas la hauteur de 1,030 mètres (*Hohenberg*). Sa partie sud-ouest est accolée au Schwarzwald, et il forme le long du Danube une chaîne de collines qui va se rattacher au massif de l'est.

90. Ce dernier, qui est plus considérable que les deux autres, forme une espèce d'ellipse allongée, renfermant une *plaine* ou vaste bassin qui compose la majeure partie *de la Bohême*. L'extrémité occidentale de cette ellipse, qui présente une espèce de pointe, se nomme le *Thüringerwald*, et n'est séparée que par la Werra du massif du nord-ouest. Son point culminant est le *Gross-Beerberg*, haut de plus de 1,046 mètres. En continuant la direction sud-est du Thüringerwald, on trouve le *Frankenwald*, qui est moins élevé; puis le *Fichtelgebirge*, qui atteint au *Schneeberg* la hauteur de 1,062 mètres, et enfin le *Bœhmerwald*, grande chaîne qui s'élève au *Heidelberg* à 1,407 mètres, et qui, vers le confluent de l'Enz avec le Danube, n'est séparée des contreforts des Alpes noriques que par le défilé où coule le Danube en sortant de la grande plaine de Bavière. La chaîne se recourbe ensuite vers le nord-est sous le nom de *Mæhrischegebirge* où *monts Moraves*, et se prolonge entre la *plaine de Moravie* et celle de Bohême. Le point le plus élevé de cette chaîne est le *Fleckenstein*, haut de 1,340 mètres. Le Mæhrischegebirge se lie à son extrémité septentrionale, vers les sources de la Marsch, avec une autre chaîne, dirigée du nord-ouest au sud-est. La partie orientale de cette chaîne porte le nom de *Sudètes*, et se lie aux Carpathes, dont la portion orientale en est, en quelque manière, le prolongement. Son point culminant est le *Schneeberg*, haut de 1,458 mètres. La partie occidentale, dont la majeure portion se nomme le *Riesengebirge* ou *monts des Géants*, présente au *Riesenkoppe* la plus grande hauteur des monts Hercyniens, c'est-à-dire, 1,608 mètres. Arrivée au cours de l'Elbe, cette chaîne de montagnes se recourbe vers le sud-ouest pour se réunir au Thüringerwald, de manière à fermer la courbe qui entoure la plaine ou bassin de la Bohême, et comprend l'*Erzgebirge* ou *monts Métalliques*, dont le point culminant, le *Berg-Schwarzwald*, n'atteint que la hauteur de 1,257 mètres.

91. Les principaux cours d'eau de l'Allemagne, autres que le *Danube* et le *Rhin* (60), prennent leur source dans les monts Hercyniens, et coulent du sud au nord dans la mer Baltique et dans la mer du Nord; tels sont : l'*Elbe*, l'*Oder*, le *Weser*, l'*Ems*, etc. D'autres, moins importants, prennent aussi leurs sources dans les mêmes monts et coulent, soit de l'est à l'ouest, comme le *Mein*, pour se jeter dans le Rhin, soit du nord au sud, comme la *Marsch*, pour se jeter dans le Danube. D'autres, enfin, prennent leurs sources dans les Alpes et se jettent aussi dans le Danube; tels sont : l'*Iller*, le *Lech*, l'*Isar*, l'*Inn*, l'*Ems*, la *Drave*, etc.

92. *Danemark.*—Le *Danemark* est une petite région, située entre les 58ᵉ et 54ᵉ degrés de latitude boréale, et entre les 6ᵉ et 10ᵉ degrés de longitude orientale. Il est borné au nord par le Skager-Rag ; à l'est, par le Cattegat, le Sund et la mer Baltique ; au sud, par l'isthme du Jutland, c'est-à-dire, par une ligne tirée de l'embouchure de la Trave à celle de l'Elbe, et à l'ouest par la mer du Nord.

Cette région se compose d'une péninsule nommée *Jutland* et d'un grand nombre d'îles, dont les principales sont celles de *Séeland*, de *Fionie* et de *Laaland*. Les côtes y sont généralement très-découpées par les eaux de la mer, qui s'avancent au milieu des terres en formant une grande quantité de détroits, de bras, de baies, etc.

Le Danemark appartient à la grande plaine de l'Europe, et le peu d'inégalités que présente son sol ne consiste que dans des collines, dont la plus élevée paraît être le *Himmelberg* en Jutland, que l'on dit être haute de 280 mètres. Les lacs sont très-abondants dans cette région, ainsi que les cours d'eau, mais ces derniers y sont généralement peu importants. Le plus considérable est l'*Eyder* dans la partie méridionale du Jutland.

93. *Scandinavie.*—La Scandinavie, telle que nous l'entendons, forme une double presqu'île, située entre les 71ᵉ et 65ᵉ degrés de latitude boréale, et entre les 3ᵉ et 40ᵉ degrés de longitude orientale : elle est bornée au nord par l'océan Arctique, à l'ouest par la mer du Nord, au midi par le Skager-Rag, le Cattegat et le détroit du Sund ; à l'est par la Baltique, le golfe de Bothnie, l'isthme qui s'étend de ce golfe à celui de Kandalaskaia dans la mer Blanche, et par cette mer.

Les côtes de cette double presqu'île, du côté de la Baltique et de la mer Blanche, sont basses et unies ; mais celles bordées par la mer du Nord et une partie de celles bordées par l'océan Arctique, sont très-escarpées et découpées par une multitude de petits golfes, de baies et de bras de mers qui s'avancent quelquefois comme des rivières dans l'intérieur des terres et y forment une foule d'îles, de petites péninsules et de caps.

94. Cette côte occidentale est le pied d'une chaîne de montagnes très-remarquable, à laquelle on donne ordinairement le nom de *Dofrines*, et qui, commençant au Skager-Rag, se dirige au nord, en fléchissant un peu vers l'est, pour se terminer au *Nordkin*, l'extrémité la plus septentrionale du continent européen, située par 25° 34′ de longitude orientale *. Les cimes les plus hautes

* La plupart des géographes prolongent la chaîne des Dofrines le long de la côte de Laponie jusqu'à l'entrée de la mer Blanche. D'autres la font recourber au sud sous le nom de Maanselka ; mais M. de Buch dit formellement (*Reise durch Norwegen und Lappland*, tome II, page 184) qu'il n'y a plus de montagnes à l'est de la Tana. Or, ce témoignage positif d'un savant qui a visité la contrée, ne me paraît pas devoir être infirmé par les habitudes des

de cette chaîne se trouvent vers le milieu de sa longueur, où l'on distingue, entre autres, le *Skagstlos-Find,* haut de 2,787 mètres; mais les extrémités sont beaucoup moins élevées.

Les diverses parties des Dofrines, comme celles de presque toutes les chaînes étendues, portent un grand nombre de noms. On peut cependant les considérer comme divisées, par le passage du *Dofrefield,* en deux parties, le *Kiœlfield* au nord et le *Langfield* au sud.

Le Kiœlfield ne présente en général que de simples crêtes; mais on remarque au sommet du Langfield des plateaux qui ont quelquefois près de 6 myriamètres de large. Du reste, le faîte des Dofrines est généralement peu éloigné de la mer du côté de l'ouest; mais du côté de l'est il s'en détache des rameaux qui se prolongent plus ou moins avant. Le plus important de ces rameaux est celui connu sous le nom de *monts Sevons* ou *Kœlen molen,* qui se détache du milieu de la chaîne, en présentant, dans le commencement, des hauteurs de plus de 1,000 mètres, et qui, se dirigeant du nord au sud, vient se perdre dans les plaines qui bordent la Baltique.

Les neiges perpétuelles sont très-communes dans les Dofrines, surtout dans le milieu de la chaîne. M. de Buch y fixe leurs limites inférieures à 1,700 mètres au-dessus du niveau de la mer sous le 61e degré de latitude, à environ 1,600 mètres par 62° 30′, à environ 1,200 mètres sous le 67e degré et à environ 1,000 mètres sous le 69e degré. On y voit aussi des glaciers, et il en existe un, au pied du Kunnen, sous le 67e degré de latitude, dont les glaces sont baignées par les eaux de la mer.

95. L'un des caractères les plus remarquables de la région qui nous occupe, surtout de la partie qui avoisine la mer Baltique, c'est de renfermer une immense quantité de lacs, dans le nombre desquels il y en a de considérables; tels sont les lacs *Wener, Mœlar* et *Wetter;* elle est aussi traversée par un nombre considérable de cours d'eau, qui prennent en général leurs sources sur les pentes des Dofrines : ceux du versant occidental sont très-peu importants; mais ceux du versant oriental sont plus considérables et ont généralement une direction dans le sens du sud-est. Il faut cependant excepter de cette règle quelques rivières de la partie nord-est, et notamment la rivière d'Alten, déjà citée ci-dessus (33), laquelle prend sa source au pied méridional du Kiœlfield, à une hauteur d'environ 400 mètres, et qui, au lieu de suivre la pente générale du terrain vers le golfe de Bothnie, se dirige vers le nord en traversant une chaîne de montagnes dont la hauteur moyenne est de plus de 600 mètres.

96. La Scandinavie, telle qu'elle a été limitée ci-dessus, se divise en trois

géographes, qui ont une grande tendance à transformer en chaîne de montagnes toutes les arêtes des bassins hydrographiques.

contrées principales : la *Laponie*, au nord ; la *Norvége*, à l'ouest, et la *Suède*, à l'est.

Nous considérons la Laponie comme séparée de la Suède et de la Norvége par une ligne tirée de l'extrémité du golfe de Bothnie à celle du golfe occidental ou Westfiord. La partie nord-ouest de cette contrée est couverte, comme on l'a vu ci-dessus, par la chaîne des Dofrines ; mais la partie sud-est paraît être en général basse et unie, ou au moins traversée par des chaînes de collines peu élevées *.

La Norvége se compose du versant oriental des Dofrines et d'une contrée moins élevée qui s'étend entre cette chaîne, à l'ouest, les monts Sevons et le Skager-Rag, à l'est.

La Suède se compose du restant de la grande péninsule et de quelques îles avoisinantes. Les plus remarquables de celles-ci sont les îles de *Gothland*, d'*Œland* et de *Bornholm* **. On doit aussi citer l'*archipel de Stockholm*, formé d'un nombre considérable de petites îles.

97. *Russie.* — Nous entendons par le nom de *Russie* une vaste région qui embrasse plus de la moitié de l'Europe, en s'étendant du 77° au 47° degré de latitude boréale et du 19° au 63° degré de longitude orientale *** : elle est bornée au nord par l'océan Arctique, la mer Blanche et une ligne tirée du golfe de Kandalaskaia à celui de Bothnie, à l'ouest par ce golfe, celui de Riga et une ligne tirée de l'embouchure de la Duna à celle du Dniester. Ses limites, au midi et à l'est, sont une de celles qui séparent l'Europe de l'Asie, à partir de la mer Noire (54).

Cette région, presque entièrement continentale, ne renferme que des îles peu importantes. Les plus considérables sont deux terres peu connues, nommées *Nouvelle-Zemble*, comprises entre les 71° et 77° degrés de latitude boréale. Les côtes du golfe de Bothnie et de Finlande sont bordées par une multitude de petites îles, dont une partie est désignée sous le nom d'*archipel*

* La Laponie, telle qu'elle vient d'être limitée, fait partie de trois États différents : l'empire Russe, le royaume de Norvége et celui de Suède. Il serait plus conforme à la configuration naturelle du sol et aux divisions politiques de restreindre la Laponie à la petite presqu'île baignée par la mer Blanche et comprise dans le gouvernement d'Archangel ; mais ce mode de division serait tout à fait contraire à l'usage, et comme on peut attribuer des limites naturelles à la Laponie ordinaire, il me semble préférable de ne pas s'écarter de l'usage général, lequel est fondé sur des considérations ethnographiques.

** L'île de Bornholm appartient politiquement au royaume de Danemark ; mais elle est plus près des côtes de Suède que des autres parties du royaume de Danemark.

*** Quelque vaste que soit la région désignée ici par le nom de Russie, ce n'est qu'une portion de l'immense *empire Russe*, qui comprend encore une grande partie de l'Asie, ainsi que des portions de l'Amérique et des deux régions européennes que nous désignons par les noms de Pologne et de Scandinavie.

d'Abo. On distingue aussi les *îles d'Aland*, à l'entrée du golfe de Bothnie, ainsi que celles d'*Œsel* et de *Dago*, à l'entrée du golfe de Riga; enfin, la partie des côtes de la mer Caspienne qui avoisine les bouches du Volga, présente un grand nombre de petites îles.

98. La Russie appartient presque entièrement à la grande plaine de l'Europe (56); elle comprend cependant le versant oriental de l'*Oural*, le versant septentrional du *Caucase*, les *montagnes de Crimée* et quelques contrées inégales, que l'on décore ordinairement du nom de montagnes, mais qui ne paraissent être en général que des groupes de collines ou des plateaux peu élevés.

Ceux de ces groupes, connus sous les noms de *monts Maanselka*, *monts de Finlande* et *monts d'Olonetz*, occupent l'extrémité nord-ouest de la région et sont considérés par quelques géographes comme s'unissant aux Dofrines (94); tandis que d'autres croient qu'ils en sont tout à fait détachés. Ces groupes sont peu connus et ne s'élèvent pas à une grande hauteur.

Les *collines de Vadaï*, situées vers le centre de la Russie, sont remarquables parce qu'elles renferment les sources du Volga et de plusieurs autres grands cours d'eau, qui se dirigent dans divers sens; mais leur hauteur atteint tout au plus 350 mètres au-dessus de la mer.

Il paraît que le Volga traverse, aux environs de Saratoff, un sol plus élevé. En général, la plupart des rivières du sud de la Russie coulent souvent dans des lits très-enfoncés, bordés par des bords escarpés, qui se prolongent immédiatement jusqu'au niveau de la grande plaine, de sorte qu'il n'y existe pas de vallées, quoique le lit de la rivière soit à un niveau beaucoup plus bas que le sol environnant.

La partie méridionale de la presqu'île de Crimée présente de véritables montagnes, que l'on peut considérer comme un prolongement du Caucase, dont elles sont séparées par le détroit d'Énikalé. Le *Tchatyr-tagh*, point culminant de ces montagnes, paraît atteindre la hauteur d'environ 2,000 mètres.

99. On donne le nom de *Caucase* à une chaîne de montagnes dirigée du nord-ouest au sud-est, qui s'étend du détroit d'Énikalé à l'extrémité de la presqu'île d'Abscheron sur la mer Caspienne. Cette chaîne, à laquelle on trouve beaucoup de ressemblance avec les Pyrénées, est bordée du côté du nord par les plaines basses qui se prolongent entre la mer d'Azoff et la mer Caspienne; mais du côté du sud elle n'est séparée du massif montueux du milieu de l'Asie que par les cours du Rioni et du Kour; elle est sillonnée par de nombreuses vallées transversales, qui prennent naissance au faîte de la chaîne, lequel forme en général une crête dentelée. Son point culminant est l'*Elbourz*, qui paraît être élevé de plus de 5,000 mètres, et qui est couvert de neiges perpétuelles et de glaciers.

100. L'*Oural*, dont la partie septentrionale est souvent désignée par le

nom de *monts Poyas*, forme une grande chaîne, dirigée du nord au sud, qui s'étend de l'océan Arctique au 51° degré de latitude; point où elle est coupée par l'Iaïk ou fleuve Oural; mais on peut aussi considérer la Nouvelle Zemble comme le prolongement de cette chaîne au nord; tandis qu'au sud elle se prolonge par les monts *Mougodjar* et *Oust-ourt* jusqu'au delà du 47° degré de latitude.

L'Oural présente en général des pentes douces et couvertes de végétation. Son faîte est souvent assez uniforme et ne s'élève point à de grandes hauteurs; c'est vers le milieu de la chaîne, partie que l'on appelle *Oural-Verkhotourien*, que se trouvent les points les plus élevés, et notamment le *Kvar-Kouch*, haut de 1,600 mètres.

101. La Russie, de même que les autres parties de l'Europe, est arrosée par un grand nombre de cours d'eau, dont les uns, comme le *Volga* et l'*Iaïk*, s'écoulent dans la mer Caspienne; d'autres, comme le *Don* et le *Dnieper*, se rendent dans la mer Noire; d'autres, comme la *Duna*, coulent dans la mer Baltique, et d'autres, enfin, comme la *Dwina* et la *Petchora*, coulent dans l'océan Arctique. Presque tous ces fleuves prennent leur source dans la grande plaine, à l'exception de l'Iaïk et de la Petchora, qui prennent leur source dans la chaîne de l'Oural.

Le nord-ouest de la Russie renferme un grand nombre de *lacs*; parmi lesquels ceux de *Ladoga* et d'*Onéga* se distinguent par leur étendue. La contrée nommée Finlande est remarquable par l'immense quantité de lacs qui couvrent son sol.

102. *Pologne.* — La région naturelle dont la majeure partie est ordinairement désignée par le nom de *Pologne* est située entre les 57° et 45° degrés de latitude boréale et entre les 16° et 28° degrés de longitude orientale. On peut la considérer comme bornée au nord par la mer Baltique; à l'ouest par une ligne tirée de l'embouchure à la source de la Vistule et suivant le cours de la Prosna; au midi, par le faîte des Carpathes, prolongé jusqu'au Danube, et ensuite par le cours de ce fleuve jusqu'à son embouchure, et à l'est par une petite partie de la mer Noire, et ensuite par une ligne tirée de l'embouchure du Dniester à celle de la Duna dans la Baltique.

Cette région appartient à la grande plaine du milieu de l'Europe, et ne renferme de montagnes que dans la chaîne des Carpathes, qui la borde au midi; mais dans quelques contrées, notamment aux environs de Kielce, le sol se relève et présente des collines qui lui donnent un relief très-inégal : elle renferme beaucoup de cours d'eau qui y prennent leurs sources, à l'exception de la Proprad, qui traverse les Carpathes : c'est dans les plaines basses de cette région que passe l'arête qui sépare les bassins de la Baltique et de la mer Noire.

On peut considérer cette région comme divisée en deux *bandes* : l'une

occidentale, l'autre *orientale*, et qui sont en grande partie séparées par les cours du Niemen et du Bug.

La bande occidentale se compose de la ***Prusse***, au nord, de la *Pologne proprement dite*, au milieu, et de la ***Gallicie***, au sud. On peut distinguer dans la bande orientale les sept contrées suivantes, en allant aussi du nord au sud : la ***Courlande***, la ***Samogitie***, la ***Lithuanie***, la ***Volhynie***, la ***Podolie***, la ***Bessarabie*** et la ***Moldavie***.

103. *Hongrie*. — La région naturelle qui renferme le royaume de *Hongrie* peut être limitée au nord et à l'est par le faîte des Carpathes et par une ligne prolongeant cette chaîne jusqu'au Danube ; au sud, par ce fleuve et la Drave ; à l'ouest, par une ligne tirée de la Drave à l'embouchure de la Marsch dans le Danube et passant au pied des Alpes, c'est-à-dire, sur les bords occidentaux des lacs de Neusiedler et Balaton.

On peut considérer cette région comme divisée en trois contrées particulières : la *Hongrie proprement dite* à l'est, la *Transylvanie* au nord-est, et la *Valachie* au sud-est.

La Hongrie proprement dite forme plus des deux tiers de la région, et présente deux plaines, dont une très-étendue, qui occupe toute la portion sud-est. La portion septentrionale est très-montueuse et comprend tout le versant méridional du massif occidental des Carpathes (59), d'où se détachent quelques rameaux qui, en se réunissant aux Alpes et aux montagnes d'Esclavonie, déterminent la séparation des deux plaines. Cette contrée est arrosée par plusieurs cours d'eau, dont le principal, après le *Danube*, est la *Theisse*, qui se jette dans le premier de ces fleuves ; elle renferme aussi deux lacs considérables : le *lac Balaton* et celui de *Neusiedler*. La grande plaine présente de vastes marais.

La Transylvanie est entièrement comprise dans le versant occidental du massif oriental des Carpathes, que nous avons déjà fait connaître, et la Valachie se compose de la partie méridionale de ce versant et de la plaine qui le sépare du Danube.

104. *Slavogrèce*. — La région que nous désignons par le nom de *Slavogrèce* * est située entre les 35e et 47e degrés de latitude boréale, et entre les 11e et 27e degrés de longitude orientale : elle est bornée au nord par une partie du faîte des Alpes Carniques, et ensuite par les cours de la Drave et du Danube ; à l'est par la mer Noire, le canal de Constantinople, la mer de Marmara, le détroit des Dardanelles et la mer Égée ; au midi, elle est baignée par la Méditerranée ; enfin, à l'ouest elle est séparée de l'Italie par la mer Ionienne, la mer Adriatique et le cours de l'Isonzo.

105. Elle se compose d'une partie continentale et d'un grand nombre d'îles.

* Voir, relativement à cette dénomination, la 2e note du no 61.

La partie continentale est une péninsule imparfaite, c'est-à-dire, qui tient au reste du continent par sa plus grande largeur et non par un isthme resserré. Du reste, cette péninsule principale est garnie de plusieurs petites péninsules, dont les plus remarquables sont la *Morée* ou *Péloponèse* et l'*Istrie*.

La principale des îles de cette région est celle de *Candie*, située dans la partie méridionale, et qui est séparée par la mer de ce nom de l'*archipel grec*, groupe composé de plusieurs îles, dont la plus considérable est celle de *Négrepont*. Sur les côtes de l'ouest se trouvent les *îles de la Dalmatie* dans la mer Adriatique, dont le nombre est très-considérable, et les *îles Ioniennes* dans la mer de ce nom, parmi lesquelles on distingue *Corfou*, *Zante* et *Céphalonie*.

106. Cette région est généralement couverte de montagnes, et il n'y existe de plaine considérable qu'au nord-est, dans la partie de la Bulgarie qui longe le Danube et qui appartient à la grande plaine de l'Europe.

Ce massif de montagnes, qui établit la communication entre les Alpes, auxquelles il s'attache au nord-ouest, et les montagnes du milieu de l'Asie, dont il n'est séparé que par les détroits de Constantinople et des Dardanelles, n'a pas encore été suffisamment étudié pour que l'on puisse le décrire d'une manière exacte; il paraît cependant que l'on peut y reconnaître une grande chaîne qui traverse toute la partie septentrionale de la péninsule, depuis les sources de l'Isonzo jusqu'à la mer Noire, et d'où se détachent des rameaux, dont quelques-uns sont si étendus qu'ils mériteraient d'être aussi considérés comme des chaînes particulières, d'où se détachent aussi de nouveaux rameaux.

La grande chaîne septentrionale est souvent divisée en trois parties : les *montagnes Juliennes*, qui s'étendent des sources de l'Isonzo au mont Kleck près d'Ogulin; les *montagnes Dinariennes*, du mont Kleck au mont Prisrend près des sources de la Morava, et le *Balkan* ou *mont Hæmus* ou *Emineh-tagh*, du mont Prisrend à la mer Noire. Les deux premières de ces divisions sont dirigées du nord-ouest au sud-est, et la dernière, qui est la plus considérable, de l'ouest à l'est.

Le point culminant des montagnes Juliennes paraît être le *Snisnik*; celui des montagnes Dinariennes, le *mont Dinara*, et celui du Balkan, le *Tsartagh*, qui paraît avoir 3,000 mètres; tandis que les deux autres n'en auraient que 2,300.

Les *montagnes d'Esclavonie*, entre la Save et la Drave, qui s'attachent aux Alpes Carniques de même que les montagnes Juliennes, semblent devoir être considérées comme une petite chaîne particulière, parallèle à ces dernières.

Le plus important des rameaux qui se détachent de la grande chaîne indiquée ci-dessus, commence au mont Prisrend et se prolonge vers le sud

jusqu'au cap Matapan ou Tænare, à l'extrémité méridionale de la Morée. Ce rameau, que, d'après son étendue, on doit plutôt considérer comme une chaîne, reçoit un grand nombre de dénominations dans ses diverses parties. On y distingue notamment le *Pinde* ou *mont Grammos*, ou *mont Mezzovo*, entre la Macédoine et l'Albanie, que l'on suppose atteindre la hauteur de 2,800 mètres, et le *Taygète* ou *monts Maïna*, dans la partie méridionale de la Morée, qui paraît être un peu moins élevé. C'est aussi dans cette chaîne que se trouvent les montagnes célèbres dans l'antiquité sous les noms de *Parnasse* et d'*Hélicon*, et c'est dans ses dépendances qu'existe l'*Olympe* ou *mont Lacha*, dont la hauteur est d'environ 2,000 mètres.

Le *mont Rhodope* ou *Despoto-tagh*, qui se détache du Balkan vers les sources de la Maritza, pour se terminer au détroit des Dardanelles, forme de même un rameau important, que l'on devrait peut-être considérer comme la continuation de la chaîne principale plutôt que le Balkan oriental. On suppose qu'il s'élève à environ 2,400 mètres.

L'île de Candie est aussi traversée dans le sens de sa longueur, c'est-à-dire, de l'ouest à l'est, par une chaîne de montagnes qui, au *mont Ida* ou *Psiloriti*, atteint également la hauteur d'environ 2.400 mètres, et qui semble établir la communication entre le Taygète et les montagnes d'Anatolie.

107. A l'exception du *Danube* et de la *Drave*, tous les cours d'eau qui arrosent la région qui nous occupe, y prennent leurs sources et sont peu considérables. Les uns, comme la *Save*, la *Morava*, l'*Isker*, se jettent dans le Danube; d'autres, comme la *Maritza* ou *Hèbre*, le *Karassou*, le *Vardar*, se jettent dans la mer Égée; d'autres, comme le *Drin*, se jettent dans la mer Adriatique. On y trouve aussi quelques lacs; le plus considérable est celui de *Rassein*, près des bouches du Danube, qui est plutôt une lagune qu'un véritable lac; viennent ensuite les *lacs de Scutari*, d'*Occhrida* et de *Janina* en Albanie.

SECTION IV.

DE L'ASIE.

108. *Étendue.*—L'Asie est la plus grande des parties de la terre: elle forme à elle seule plus de la moitié de l'ancien continent et le quadruple de l'Europe; sa surface étant de 439,000 myriamètres carrés.

109. *Position astronomique et limites.* — Elle est située entre le 78e degré de latitude boréale et le 11e degré de latitude australe et entre le 23e degré de longitude orientale et le 171e degré de longitude occidentale; elle est baignée au nord par l'océan Arctique; à l'est, par le détroit de Behring, la mer de ce nom, l'océan Pacifique et la mer de Lanchidol; au sud, par la

partie de l'océan Indien qui s'avance entre les îles de la Sonde et la Nouvelle-Hollande, ainsi que par le golfe de Bengale et la mer d'Oman; enfin, elle est bornée à l'ouest par le détroit de Babelmandeb, la mer Rouge, l'isthme de Suez, la Méditerranée, la mer de Candie, la mer Égée, le détroit des Dardanelles, la mer de Marmara, le canal de Constantinople, la mer Noire, le faîte du Caucase, la mer Caspienne, le cours de l'Iaik, le faîte de l'Oural, le cours du Kara et la mer du même nom *.

110. *Forme et relief.*—L'Asie a beaucoup de rapports dans sa forme et dans son relief avec l'Europe. Sa plus grande longueur est de même dans le sens de l'ouest à l'est. Sa partie méridionale se termine également par trois péninsules, dirigées du nord au sud. Sa partie septentrionale présente aussi une vaste plaine, et son milieu est de même traversé par une bande montueuse, dirigée également de l'ouest à l'est; mais l'Asie n'est pas entamée par d'aussi grandes mers intérieures que l'Europe. Toutefois elle renferme de plus grands lacs, dans le nombre desquels il en est deux que l'on désigne ordinairement par le nom de mer; savoir : la *mer Caspienne* et la *mer d'Aral*.

111. *Plaines.* — La grande plaine d'Asie part, comme celle de l'Europe, de la mer Caspienne, et se dirige vers le nord-est, de même que celle d'Europe se dirige vers le nord-ouest; de sorte que l'ensemble de ces contrées basses forme une espèce de demi-cercle, séparé en deux parties à peu près égales par la chaîne de l'Oural, qui en est comme le rayon; mais qui cependant n'atteint pas jusqu'à la circonférence, au sommet de laquelle se trouve la mer Caspienne, dont le niveau, ainsi qu'il a déjà été dit, est à 101 mètres au-dessous de celui de l'Océan.

112. *Montagnes.*—La partie montueuse de l'Asie n'est pas assez bien connue pour que l'on puisse indiquer d'une manière exacte les chaînes et les plateaux qu'elle forme. Il paraît cependant que l'on peut y reconnaître, comme en

* La plupart des géographies et des cartes modernes écrites en français, donnent moins d'extension à l'Asie que la délimitation indiquée ci-dessus, parce qu'elles rangent dans l'Océanie les îles de la Sonde, les îles Philippines et l'archipel des Moluques; mais il m'a paru que la marche des géographes qui continuent à placer ces terres dans l'Asie, était plus rationnelle; car, si on les considère sous le rapport de leur position, on remarque qu'elles embrassent, en quelque manière, la presqu'île de Malacca, qui fait partie du continent asiatique, et si on les envisage sous le rapport orographique, on ne peut s'empêcher de voir dans Sumatra un prolongement des montagnes de l'Indochine, et dans les Philippines, Bornéo, etc., une partie de la grande chaîne ou plutôt du grand système de montagnes formé par le Kamtschatka, les îles Kuriles, les îles du Japon, les îles Lieukieu. On pourrait dire en troisième lieu que, pour être conséquent dans le principe qui a fait séparer de l'Asie les trois archipels dont il s'agit, on aurait dû en faire autant de celui du Japon, qui se trouve absolument dans les mêmes relations, et que l'on a cependant laissé avec l'Asie.

J'ai aussi indiqué dans la note du n° 54 deux rectifications, qui, dans ma manière de voir, rendraient plus régulières les limites entre l'Asie et l'Europe.

Europe, des chaînes dirigées dans le sens général de l'ouest à l'est, et des rameaux dirigés vers le sud et vers le nord.

M. de Humboldt considère le centre de la bande montueuse comme divisé en quatre systèmes ou chaînes principales, qu'il désigne par les dénominations de système de l'*Altaï*, du *Thian-chan*, du *Kuen-lun* et de *l'Himalaya*.

113. *Système de l'Altaï.*—Le *système de l'Altaï* commence à l'est de la mer d'Aral, vers le 50e degré de latitude et le 64e degré de longitude, par une chaîne de petites collines isolées, que l'on appelle *monts des Kirghiz, Alghidin-tsano, Alghinskoe-krebet, Dalaï-kamtchat*. Le point culminant de ce système paraît atteindre environ 3,500 mètres et être situé vers les sources de l'Irtyche, un des affluents de l'Oby, dans la chaîne de l'*Altaï proprement dit*, nommée aussi *mont d'Or*, et improprement, *petit Altaï*. Ce système se prolonge à l'est en inclinant un peu vers le nord, et prend divers noms; tels que : *Tangnou, monts Sayansk, Kentaï, monts de Daourie, monts Jablonoï, monts Stannovoï, monts d'Okhotsk, monts de Tchoukotsk*, et se termine au cap oriental ou Tchoukotskii, extrémité nord-est de l'Asie.

114. *Système de Thian-chan.*—Le *Thian-chan* ou *montagnes Célestes*, aussi nommé *Pe-chan* ou *montagnes Blanches, Siue-chan* ou *montagnes Neigeuses, Tingri-tagh, Mouz-tagh*, s'étend sous le 42e degré de latitude boréale. Son point culminant paraît être un groupe de montagnes couvertes de neiges perpétuelles et de glaciers, appelées *Bookda-oola* ou *montagne Sainte*, nom dont on a fait *Bogdo*. Cette chaîne s'abaisse brusquement à l'est, où elle se confond avec un grand plateau désert, nommé *grand Goby* ou *Chamo*, lequel est suivi dans la même direction par d'autres chaînes, appelées *In-chan* ou *Gadchar, Tahang-chan* ou *monts Neigeux*. *Tchang-pe-chan* ou *grande montagne Neigeuse*, et qui se terminent à la mer du Japon. Un rameau ou chaîne transversale, nommé *King-chan*, unit ce système à celui de l'Altaï, vers le 120e degré de longitude orientale. Le Tian-chan se prolonge du côté de l'ouest sous les noms d'*Asferah-tagh* et d'Ak-tagh, et se perd dans la plaine à l'est de la mer Caspienne, vers le 65e degré de longitude orientale.

115. *Système du Kuen-lun.*—Le *Kuen-lun*, dit aussi *Koulkoun* et *Tartach-davan*, est situé vers le 35e degré de latitude et se lie avec l'Asferah-tagh par un rameau transversal, nommé *Belor, Belour-tagh* ou *Tsoungling;* il se prolonge ensuite à l'ouest sous le nom d'*Hindou-kho*, qui se rattache à un massif très-développé passant au sud de la mer Caspienne. Du côté de l'est le prolongement du Kuen-lun prend les noms de *Nan-chan* ou *Kilian-chan*, vers les sources du Hoang-ho, et ensuite d'*Alachan-oola*, chaîne couverte de neiges perpétuelles.

116. *Système de l'Himalaya.* — Le système de l'*Himalaya* se détache du Kuen-lun vers son point de jonction avec l'Hindou-kho et le Belor, d'où il se dirige vers le sud-ouest, passe au nord du golfe de Bengale, forme les

montagnes d'Yun-nan et vient se terminer à la mer de la Chine. C'est à ce système qu'appartiennent les plus grandes hauteurs connues du globe et notamment le *Dawalagiri*, déjà cité ci-dessus, dont l'élévation est de 7,821 mètres.

Nous parlerons du prolongement de ces montagnes vers l'ouest et des rameaux qui s'en détachent, lorsque nous donnerons une idée des régions dans lesquelles ils s'étendent.

117. *Cours d'eau.* — L'Asie renferme des *cours d'eau* plus considérables que ceux de l'Europe. Les plus importants prennent leurs sources dans la région montueuse du milieu : les uns, tels que l'*Oby*, le *Iénisseï*, la *Lena*, la *Kolyma*, coulent du nord au sud et se jettent dans l'océan Arctique; d'autres coulent dans le sens des chaînes de montagnes; tels sont : l'*Anadyr*, qui se jette dans la mer de Behring; l'*Amour* ou *Saghalien*, qui se jette dans la mer d'Ochotsk ; le *Hoang-ho* ou *Fleuve jaune* et le *Yang-tse-kiang*, qui se jettent dans la mer Jaune; d'autres coulent dans la direction générale nord au sud; tels sont : le *May-kang* et le *Menam*, qui se jettent dans la mer de la Chine; le *Salouen*, l'*Irraouaddy*, le *Brahma-poutre* et le *Gange*, qui se jettent dans le golfe de Bengale, l'*Indus* ou *Sind*, qui se jette dans la mer d'Oman, et l'*Euphrate* ou *Chat-el-arab*, qui se jettent dans le golfe Persique; d'autres enfin coulent dans la direction de l'est à l'ouest; tels sont : le *Djihoun* ou *Amou* ou *Oxus*, et le *Sihoun* ou *Sir-deria* ou *Iaxarte*, qui se jettent dans la mer d'Aral.

118. *Division en régions.* — L'Asie peut être partagée en trois grandes divisions : l'une au nord, l'autre au milieu, et la troisième au midi.

La division du nord forme une immense région, connue sous le nom de *Sibérie*.

La division du milieu comprend les îles *Kuriles*, le *Japon*, la *Corée*, la *Mandchourie*, la *Mongolie*, la *Chine* *, le *Thibet*, le *Tangut*, la *Dzoungarie*, le *Turkestan*, la *Perse*, les contrées entre le Caucase et la péninsule Arabique que l'on pourrait nommer *Chaldarménie* **, et l'*Anatolie* ou *Asie Mineure*.

* Les contrées que la statistique actuelle réunit sous le nom d'*empire chinois*, ne sont pas assez connues pour pouvoir être divisées d'une manière bien naturelle. Cependant M. de Humboldt ayant indiqué, pour la partie occidentale, une division déterminée par les quatre systèmes de montagnes mentionnés ci-dessus, j'ai cru devoir adopter cette marche, qui, pour la partie occidentale, correspond, jusqu'à un certain point, avec les contrées connues sous les noms de *Dzoungarie*, de *Tangut*, et de *Thibet*; mais je me serais trop écarté de l'usage si j'avais voulu pousser jusqu'à la mer la séparation des contrées traversées par le système du Kuen-lun, et qui sont toujours réunies sous le nom de *Chine*.

** Les contrées que la statistique réunit sous le nom de *Turquie d'Asie*, ne peuvent se rattacher à aucune délimitation vraiment naturelle, et leur étendue varie avec les circonstances politiques, d'autant plus que la *Turquie d'Asie* n'est pas plus le *pays des Turcs* que la *Turquie d'Europe*. Il m'a donc paru qu'il convenait d'adopter pour ces contrées et celles

La division du midi se compose de l'*Arabie*, de l'*Hindoustan*, de l'*Indo-chine*, des *îles de la Sonde*, des *îles Philippines* et de l'*archipel des Moluques*.

Nous allons dire successivement quelques mots de chacune de ces régions.

119. *Sibérie.*—La *Sibérie* est située entre les 78e et 47e degrés de latitude boréale et entre le 49e degré de longitude orientale et le 171e degré de longitude occidentale. Ses limites occidentales, septentrionales et orientales, sont celles de l'Asie. Quant à ses limites méridionales, il est difficile, dans l'état actuel de nos connaissances, de les déterminer d'une manière bien naturelle. Nous croyons cependant pouvoir indiquer une ligne qui passerait aux extrémités septentrionales des mers Caspienne et d'Aral, suivrait ensuite le faîte des montagnes du système de l'Altaï, puis le cours de la rivière d'Ouda, et traverserait la mer d'Ochotsk et le détroit qui sépare le Kamtschatka des îles Kuriles *.

120. Cette immense région forme une bande allongée, qui se termine par une grande péninsule, dirigée, comme le reste de la région, de l'ouest à l'est, et d'où se détache une péninsule moins considérable, dirigée du nord au sud et que l'on nomme le *Kamtschatka*. Une troisième *péninsule*, de forme plus imparfaite, se dirige du sud au nord dans le pays des *Samoïèdes* et se termine par le cap Severovostotchnoï, le point le plus septentrional de l'ancien continent, situé par 78° 25' de latitude.

Les principales îles de cette région sont celles qui forment l'*archipel de la Nouvelle-Sibérie* ou *îles Liakhoff*, situées entre les 72e et 78e degrés de latitude et entre les 134e et 148e degrés de longitude orientale. On peut aussi citer l'*île Saint-Laurent* et l'*île de Behring* dans la mer de ce nom.

121. La partie orientale de la Sibérie appartient à la grande plaine de l'Asie, sauf les portions qui sont comprises dans le versant oriental de l'Oural (100),

qui les environnent une démarcation qui se rapportât à des circonstances géographiques. J'ai cru en conséquence devoir considérer la péninsule de l'Asie mineure et les pays compris entre le Caucase et la péninsule Arabique comme formant deux régions distinctes, et je me suis permis de désigner la seconde par la dénomination de *Chaldarménie*, qui rappelle deux contrées placées aux deux extrémités de cette région, dont l'une est le berceau d'un des premiers peuples qui ont cultivé les sciences naturelles, et dont l'autre est remarquable par son étendue, sa constitution orographique, ses habitants, ainsi que par la manière dont elle a conservé son nom depuis les temps historiques les plus anciens.

* Cette démarcation diffère un peu de celle de la partie asiatique de l'empire Russe, parce qu'elle englobe le pays des Kirghises et qu'elle ne comprend pas quelques portions de la province d'Omsk et du gouvernement d'Irkutz, que l'on doit considérer comme appartenant au versant méridional du système de l'Altaï. Du reste, nos connaissances sur les montagnes de l'intérieur de l'Asie ne sont pas encore assez complètes pour que l'on puisse assurer que le système de l'Altaï soit assez nettement tracé dans la nature pour que son faîte puisse être pris comme limite d'une région naturelle sur une autre grande étendue.

ainsi que dans les monts Mougodjar, prolongement méridional de cette chaîne, et dans le versant septentrional du système de l'Altaï; mais la partie orientale est généralement montueuse, parce que des rameaux se détachent des montagnes du système de l'Altaï en s'avançant successivement davantage vers l'océan Arctique, et parce que, à partir de la rivière d'Ouda, la chaîne des monts Stannovoï entre tout à fait dans la Sibérie et s'y prolonge, comme nous l'avons déjà dit, jusqu'à son extrémité nord-est. Dans le nombre des rameaux qui se dirigent vers le nord, on distingue les *monts Aldan,* où se trouve une cime qui paraît s'élever à plus de 1,600 mètres. Un autre rameau très-remarquable se détache de la partie nord-est de la grande chaîne et se dirige vers le sud-ouest au milieu de la presqu'île de Kamtschatka.

122. Nous avons déjà fait connaître les principaux cours d'eau de la Sibérie, en indiquant les fleuves d'Asie qui se jettent dans l'océan Arctique (117). Cette région renferme aussi plusieurs *lacs.* L'un, connu sous le nom de *Baïkal,* est d'une étendue très-considérable; d'autres, plus petits, mais très-nombreux, se trouvent groupés entre la mer d'Aral et le golfe d'Oby.

123. *Kuriles.*—L'archipel des *Kuriles,* situé entre les 51° et 45° degrés de latitude boréale et entre les 142° et 154° degrés de longitude orientale, est une chaîne de petites îles qui s'étendent entre la mer d'Ochotsk et l'océan Pacifique à la suite de la péninsule de Kamtschatka, dont elles forment, en quelque manière, la continuation. Ces îles sont en général longues et étroites, et leur longueur est dirigée dans le sens de la chaîne, c'est-à-dire, du nord-est au sud-ouest; elles sont fort montueuses, et il en est qui paraissent atteindre la hauteur de 1,000 mètres.

124. *Japon.* — Le *Japon* situé entre les 46° et 30° degrés de latitude boréale et entre les 125° et 144° degrés de longitude orientale, se compose aussi d'une série d'îles, qui font la séparation entre la mer du même nom et l'océan Pacifique, et qui établissent la continuation de la chaîne des Kuriles au nord-est avec celle formée par les îles Lieukieu, Formose et Philippines, au sud-est.

La principale île du Japon, nommée *Nifon* ou *Nipon,* est très-considérable, ayant une surface d'environ 2,800 myriamètres carrés. On y distingue aussi l'île de *Yeso* ou *Matsmaï,* au nord de Nifon, et celle de *Kiousiou* et de *Sikokf* ou *Sikoko,* au sud de Nifon. Ces îles sont généralement montueuses et renferment des montagnes couvertes de neiges perpétuelles; elles sont arrosées par beaucoup de cours d'eau qui, sans être d'une grande étendue, sont très-favorables à la navigation.

125. *Corée.* — La *Corée* est bornée au nord par le faîte des montagnes que l'on considère comme appartenantes au système de Thian-chan; à l'est, par la mer du Japon; au sud, par la mer de Corée; à l'ouest, par la mer Jaune. La majeure partie de cette étendue forme une péninsule montueuse, allongée

dans le sens du nord au sud, et dont les côtes orientales et méridionales sont bordées d'un grand nombre de petites îles. Plusieurs de ces îles sont connues sous le nom d'*archipel de Corée*.

126. *Mandchourie.*—La *Mandchourie* est bornée au nord par une partie du faîte des monts Stannovoï et par la rivière d'Ouda; à l'est, par la mer d'Ochotsk, le détroit de Lapérouse et la mer du Japon; au sud, par une partie du faîte des montagnes du système du Thian-chan, et à l'ouest par le faîte du King-chan. La partie nord-ouest de cette région est une terre nommée *Saghalien* ou *Tarrakaï* ou *Tchoka*, qui paraît être une île, mais que quelques navigateurs croient tenir au continent par un isthme étroit, de sorte que le prolongement de la mer du Japon, qui sépare cette terre du continent, et que l'on a nommé *Manche de Tartarie*, est considéré comme un canal par les uns, et comme un golfe par les autres.

La Mandchourie est traversée par l'*Amour* ou fleuve Saghalien, qui se jette dans la mer d'Ochotsk, et a pour principal affluent le *Soongari*.

127. *Mongolie.* — Nous entendons par *Mongolie* une région bornée au nord par le faîte d'une partie des montagnes du système de l'Altaï; à l'est, par le faîte du King-chan; au midi, par le faîte d'une partie des montagnes du système du Thian-chan ou par le prolongement de ce faîte à travers le plateau du grand Gobi, et à l'ouest par une ligne passant vers le 90e degré de longitude orientale, et qui suivrait le faîte du rameau nommé improprement grand Altaï, si ce rameau existe réellement.

Une grande partie de cette région est dépourvue de cours d'eau; mais renferme souvent, du moins dans les saisons humides, de petits lacs sans débouchés. La partie septentrionale présente plusieurs cours d'eau qui se rendent dans l'océan Arctique, notamment la *Sélingha* et l'*Ochotsk*, qui sont des affluents du Iéniseï, et d'autres qui se rendent dans la mer d'Ochotsk par l'*Amour*; lequel porte en Mongolie les noms de *Kerlou* ou d'*Argoun*.

128. *Chine.* — La *Chine* est bornée au nord par le faîte d'une partie des montagnes du système du Thian-chan; à l'est, par la mer Jaune, la mer de Corée et l'océan Pacifique; au sud, par la mer de la Chine, le golfe de Tonkin et le faîte des montagnes d'Yun-nan. Ses limites occidentales ne sont pas bien déterminées, mais se rapprochent du 100e degré de longitude orientale, et peuvent probablement être rapportées à une chaîne transversale, unissant les systèmes du Kuen-lun et de l'Himalaya, notamment à celle nommée *Yun-ling* par les Chinois.

C'est une vaste région continentale, dans le voisinage de laquelle se trouvent quelques îles, dont les principales sont celles d'*Haynan*, dans la mer de la Chine; celle de Formose et l'archipel de Lieu-kieu, qui forment la séparation entre l'océan Pacifique et la mer de Corée.

La Chine est traversée par plusieurs chaînes de montagnes, qui ne sont pas

bien connues ; celles qui la bordent au nord sont considérées, ainsi qu'il a été dit ci-dessus, comme appartenantes au système du Thian-chan ; celles du milieu comme appartenantes au système du Kuen-lun, et celles du midi comme appartenantes au système de l'Himalaya ; mais il doit y avoir beaucoup de rameaux ou chaînes transversales.

Cette région est arrosée par un grand nombre de cours d'eau, dont les plus considérables sont le *Hoang-ho* et l'*Yang-tse-kiang*, qui prennent leurs sources, l'un dans le Tangut ; l'autre dans le Thibet. Parmi ses principaux lacs on distingne le *Thoung'-thing* et le *Pho-yang*.

129. *Thibet.* — Le *Thibet* est borné au nord par le faîte du Kuen-lun, et au sud par celui de l'Himalaya, et comme ces deux systèmes se réunissent, cette région se termine en pointe du côté de l'ouest. Sa limite orientale, c'est-à-dire, vers la Chine, n'est pas bien déterminée, ainsi qu'on vient de le voir, mais peut probablement être rapportée au faîte des montagnes nommées Yun-ling.

Le Thibet est très-peu connu ; mais on a lieu de croire qu'il présente un grand nombre de vallées longitudinales, arrosées par des cours d'eau qui, après avoir coulé plus ou moins longtemps de l'est à l'ouest ou de l'ouest à l'est, prennent la direction du sud ; tels sont l'*Indus*, le *Seledge*, le *Brahmapoutre*, l'*Irraouaddi*, qui porte dans le Thibet le nom d'*Yarou-dzangbotchou*, le *Salouen* ou *Oir-tchou*, et le *May-kang* ou *Lat-chou*. D'autres cours d'eau se rendent dans le *Yang-tse-kiang*, ou continuent leur direction générale de l'ouest à l'est.

Le Thibet renferme aussi plusieurs lacs. Le plus considérable est celui de *Tingri-noor* ou *Terkiri*. On doit également remarquer le *lac Palté*, qui a la forme d'un anneau.

130. *Tangut.* — La région que nous désignons par le nom de *Tangut* * est bornée au nord par le faîte d'une partie des montagnes du système du Thian-chan ; à l'ouest, par celui du Belour-tagh ; au sud, par celui du Kuen-lun ; à l'est, par une ligne non déterminée, voisine du 100e degré de longitude orientale.

Cette région renferme plusieurs lacs, dont la plupart n'ont point de débouchés. Les plus considérables sont le *Khoukou-noor* (*lac Bleu*) et le *Lob-noor*. Ce dernier reçoit le *Tarim*, fleuve qui, avec ses affluents, arrose la partie

* La partie occidentale de cette région forme la province chinoise de *Thian-chan-nan-lou*, et est aussi nommée *Petite-Bouckarie* et *Turkestan chinois*, tandis que la partie orientale forme principalement le *pays des Éleuths de Khoukhou-noor* ; mais deux de ces dénominations se rapportant à des circonscriptions administratives actuelles, et les deux autres associant la contrée qui en fait le sujet avec des portions de la région qui sera décrite ci-après sous le nom de Turkestan, il m'a paru que celle de Tangut, qui a été indiquée par M. de Humboldt, peut mieux s'adapter à la circonscription établie ci-dessus.

orientale de la région ; c'est dans la partie sud-est que se trouvent les sources du *Hoang-ho,* grand fleuve qui, après avoir fait plusieurs détours dans les montagnes, se jette dans la mer Jaune, ainsi qu'il a déjà été dit.

131. *Dzoungarie.* — La *Dzoungarie* est bornée au nord par le faîte d'une partie de l'Altaï, et au midi par celui d'une partie du Thian-chan ; mais il est difficile de déterminer ses limites orientales et occidentales. Nous supposons pour la dernière une ligne tirée sur le prolongement du Belour-tagh, c'est-à-dire, qui s'éloigne peu du 70e degré de longitude, et pour limites orientales celle que nous avons déjà indiquée en parlant de la Mongolie (127), comme passant vers le 90e degré de longitude orientale *.

Quoique cette région soit bordée de montagnes très-hautes, il ne paraît pas que les plaines ou vallées qui en forment le milieu soient fort élevées, et M. de Humboldt pense que le lac Balkachi n'a pas plus de 600 mètres au-dessus de l'Océan.

La Dzoungarie renferme plusieurs lacs qui, pour la plupart, n'ont pas de débouchés ; tels sont le lac *Balkachi,* l'*Alagoul,* l'*Issigoul,* etc. On doit aussi citer le lac *Dzaisang,* qui est traversé par l'*Irtisch.* Le principal des cours d'eau de cette région est l'*Ili,* qui se jette dans le lac Balkachi.

132. *Turkestan.* — Nous entendons par *Turkestan* **, une région située entre les 48e et 36e degrés de latitude boréale et entre les 50e et 70e degrés de longitude orientale, et qui est bornée à l'ouest par la mer Caspienne ; au sud, par le faîte de l'Hindoukho ; à l'est, par le faîte du Belour-tagh, prolongé jusqu'à la rencontre du faîte de l'Altaï, et au nord par une ligne tirée de ce faîte à l'extrémité nord-est de la mer Caspienne.

Presque toute cette région consiste en une plaine comprise dans la grande dépression de la mer Caspienne. Cependant sa partie sud-est renferme, indépendamment du versant septentrional de l'*Hindoukho* et du versant occidental du *Belour-tagh,* les chaînes neigeuses de l'*Ak-tagh* et de l'*Asferah-tagh,* qui appartiennent au système du Thian-chan.

Les principaux cours d'eau de cette région, notamment le *Djihoun* et le *Sihoun,* ont leur embouchure dans la mer d'Aral, grand lac, dont la surface

* Cette région correspond en grande partie à la province chinoise de Thian-chan-pe-lou ; mais comprend aussi des portions de l'état de Kokhan et de la province russe d'Omsk.

** La contrée désignée ci-dessus sous le nom de *Turkestan* fait partie de ce que plusieurs géographes nomment *Tartarie indépendante ;* mais, outre que l'épithète d'indépendante se rapporte à des considérations politiques qui sont étrangères au présent ouvrage, il convient, me semble-t-il, ainsi que l'ont déjà fait quelques géographes, d'écarter tout à fait de la géographie spéciale ce nom de Tartarie, qui, pendant longtemps, a été appliqué à une immense étendue de pays, composée des régions indiquées ici sous les noms de *Turkestan, Thibet, Tangut, Dzoungarie, Mongolie, Mandchourie* et *Sibérie,* ainsi que d'une grande partie de la *Russie.*

5.

est à 59 mètres au-dessous de l'océan. D'autres se jettent dans des lacs de moins d'étendue ou se perdent dans la plaine.

133. *Perse.*—La *Perse,* telle que nous l'entendons, est bornée au nord par la mer Caspienne et par le faîte de l'Hindoukho ; à l'est, par le cours de l'Indus ; au sud, par la mer d'Oman et le golfe Persique ; à l'ouest, par une petite portion du cours de l'Euphrate, ou pour mieux dire, du Chat-el-Arab et par ceux de la Kerkhah et du Kisil-Ousen *.

Cette région, presque entièrement continentale, ne renferme que quelques petites îles le long du golfe Persique.

Son sol paraît se composer d'un vaste massif élevé, qui domine toutes les contrées environnantes, excepté au nord-ouest, où il se rattache aux montagnes de l'Arménie, et au nord-est, où il se lie aux chaînes de l'Himalaya et du Kuen-lun. Ce massif présente souvent de grands plateaux unis et déserts, hauts de 1,200 à 1,300 mètres, et sur lesquels s'élèvent quelques chaînes de montagnes peu connues. Parmi ces chaînes nous citerons celle de *Demavend,* le long de la mer Caspienne, qui établit la communication entre l'Hindoukho et l'Ararat, et dont la hauteur paraît approcher de 4,000 mètres.

Les cours d'eau sont généralement rares et peu importants dans la Perse, du moins dans la partie centrale, qui présente beaucoup de déserts. Plusieurs de ces cours d'eau n'atteignent pas la mer, et se perdent dans l'intérieur des terres ou dans des lacs sans débouchés. Le plus grand de ces lacs est celui de *Zereh,* qui reçoit, entre autres, l'*Helmend,* qui est aussi le plus important des cours d'eau de l'intérieur de cette région.

134. *Chaldarménie.*—Nous avons cru pouvoir désigner par le nom de *Chaldarménie* ** une région bornée au nord par le faîte du Caucase ; à l'est, par la mer Caspienne, les cours du Kisil-Ousen et de la Kerkhah ; au sud, par une ligne tirée de l'embouchure de l'Euphrate à celle du torrent d'El-Arich ; à l'ouest, par la Méditerranée, puis par une ligne tirée du golfe d'Alexandrette à l'embouchure du Batoumi, en suivant une partie du cours de l'Euphrate, et enfin par la mer Noire. Cette région est couverte de montagnes, à l'exception cependant d'une plaine ou large vallée, arrosée par l'Euphrate et le Tigre, qui se trouve dans sa partie sud-est, et qui est comme le prolongement du

* Cette division naturelle ne concorde pas avec les divisions politiques actuelles ; car les deux principaux États de la Perse, savoir les royaumes d'Iran et de Caboul, s'étendent l'un et l'autre au delà des limites assignées ci-dessus à cette région ; mais les délimitations des États de ces contrées sont si variables que l'on n'a pas le temps de s'y habituer, et qu'il paraît très-inutile de chercher à faire concorder la division naturelle avec des démarcations politiques qui ne sont pas encore adoptées par l'usage.

** Voir la 2e note du n° 118.

golfe Persique. La partie septentrionale de la région se compose du versant méridional du *Caucase*, chaîne de montagnes située sur le même alignement que le Thian-chan, et qui n'est séparée du reste du massif montueux, ainsi qu'il a été dit ci-dessus (99), que par le cours du Rioni et celui du Kour.

Au sud de ces fleuves se trouve la chaîne du *mont Ararat*, qui paraît atteindre la hauteur d'environ 5,300 mètres. D'autres chaînes, moins connues et également dirigées de l'ouest à l'est, sillonnent le milieu de la région, et le long des côtes de la Méditerranée s'élève la chaîne transversale du *Liban*, qui se détache du Taurus en se dirigeant du nord au sud, et qui paraît atteindre la hauteur de 4,900 mètres.

Cette région renferme plusieurs *lacs* : les principaux sont ceux de *Van*, d'*Ormiah* et de *Sebanga*, dans la partie septentrionale, et la *mer Morte* ou lac *Asphaltite*, dans la partie sud-ouest.

135. *Anatolie*. — L'*Anatolie*, ou *Asie mineure* est une grande péninsule, située entre les 42e et 36e degrés de latitude boréale, et entre les 25e et 39e degrés de longitude orientale ; elle est bornée au nord par la mer Noire ; à l'est, par une ligne tirée de l'embouchure du Batoumi au golfe d'Alexandrette ; au sud, par la Méditerranée, et à l'ouest par la mer de Candie, la mer Égée, le détroit des Dardanelles, la mer de Marmara et le canal de Constantinople.

La côte occidentale est fort entamée par des golfes et des bras de mer, qui déterminent l'existence d'un grand nombre de petites péninsules et d'îles. Parmi les plus remarquables de ces dernières on distingue *Metelin*, *Scio*, *Samos* et *Rhodes* ; au sud se trouve l'île de *Chypre*, qui l'emporte sur toutes les autres par son étendue.

Cette région est entièrement couverte de montagnes, dans lesquelles on reconnaît la direction générale de l'ouest à l'est, qui caractérise la plupart des parties montueuses du milieu de l'Asie. On y remarque, entre autres, la chaîne nommée *Taurus*, qui traverse la partie sud-est et qui atteint la hauteur d'environ 4,700 mètres.

136. *Arabie*. — L'*Arabie* est une grande péninsule, située entre les 31e et 12e degrés de latitude boréale et entre les 30e et 58e degrés de longitude orientale ; elle est bornée au nord par une petite portion de la Méditerranée et par une ligne tirée de l'embouchure du torrent d'El-Arich à celle de l'Euphrate ; à l'est, par le golfe Persique ; au sud, par la mer d'Oman, et à l'ouest par le détroit de Bab-el-mandeb, la mer Rouge et l'isthme de Suez.

L'orographie de l'Arabie est peu connue : on sait que les côtes de la mer Rouge sont bordées par des montagnes escarpées, qui se rattachent à la chaîne du Liban, et ont à peu près la même direction du nord au sud. Dans ces montagnes se trouve le groupe du *mont Sinaï*, dont un des sommets (le *mont Sainte-Catherine*) atteint la hauteur de 2,746 mètres.

Il paraît aussi que le milieu de l'Arabie, c'est-à-dire, le *Nedged,* est traversé par une chaîne dirigée de l'ouest à l'est. Plusieurs parties de l'Arabie sont très-unies et semblent former des plateaux élevés plutôt que des plaines basses.

La contrée est généralement sèche : il n'y a pas de cours d'eau considérable, et on n'y connaît pas de grands lacs.

137. *Hindoustan.*—L'*Hindoustan* *, situé entre les 34e et 6e degrés de latitude boréale et entre les 66e et 90e degrés de longitude orientale, est borné au nord par le faîte de l'Himalaya ; à l'est, par le cours du Brahmapoutre et par le golfe du Bengale ; au sud, par la mer des Indes, et à l'est par la mer d'Oman et le cours de l'Indus.

La partie méridionale de cette région est une grande péninsule de forme triangulaire, au nord-ouest de laquelle se détache la petite péninsule de *Guzurate.* Une grande île, nommée *Ceylan,* se trouve à l'extrémité sud-est de la grande péninsule, et à l'ouest de celle-ci existent les *archipels des Maldives* et *des Lakedives,* composés d'une multitude de petites îles, formant une chaîne dirigée, comme la grande péninsule, du nord au sud.

Une *plaine* ou très-grande vallée, qui débouche dans le golfe de *Bengale,* traverse toute la partie septentrionale de cette région et sépare l'Himalaya d'un autre massif de montagnes qui couvre presque toute la péninsule. On distingue dans ce massif la chaîne des *Ghattes occidentales,* qui longe la côte occidentale de la péninsule, et qui paraît atteindre, au sud du Tapty, la hauteur d'environ 3,000 mètres. La côte orientale présente aussi des montagnes que l'on appelle *Ghattes orientales ;* mais qui atteignent tout au plus 1,000 mètres, et dont la continuité est souvent interrompue par de petites plaines ou de larges vallées. L'espace entre ces deux chaînes présente des plateaux plus ou moins sillonnés par des vallées et plus ou moins élevés. On y distingue, entre autres, les *monts Nil-gherries,* dans la partie méridionale, qui atteignent la hauteur de 2,670 mètres. Au nord, la chute de ces plateaux vers la plaine porte principalement le nom de *monts Vindhiah,* et paraît ne pas dépasser la hauteur de 800 mètres.

L'île de Ceylan est aussi très-montueuse, et le *pic d'Adam* s'y élève à près de 1,000 mètres.

* L'Hindoustan est souvent nommé *Inde en deçà du Gange* ou *Inde proprement dite*, et c'est effectivement la contrée que les anciens désignaient par le nom d'*Inde;* mais l'opinion que l'on eut, lors de la découverte de l'Amérique, que l'on avait atteint l'Inde, a été cause que cette partie de la terre a aussi été désignée par ce nom. Quand on eut reconnu l'erreur, on n'en continua pas moins à appeler l'Amérique *Indes occidentales ;* tandis que l'on étendit le nom d'*Indes orientales*, à mesure que les découvertes s'augmentaient vers l'Orient; de sorte que la péninsule à l'est du Gange et les îles au sud-est de l'Asie ont aussi été comprises dans les Indes orientales : il convient, en conséquence, de ne plus employer cette dénomination dans le langage géographique, mais de la laisser à l'usage vulgaire et aux chancelleries.

Indépendamment de l'*Indus* et du *Brahma-poutre* déjà cités, l'Hindoustan renferme plusieurs autres cours d'eau très-importants. Le plus remarquable est le *Gange,* grande rivière, qui prend sa source dans l'Himalaya et qui traverse presque toute la grande plaine mentionnée ci-dessus, pour se jeter dans le golfe de Bengale. Parmi les affluents du Gange on distingue la *Djemnah,* la *Gogra,* la *Sone,* le *Kosi,* la *Tistach.* Le plus remarquable des affluents de l'Indus et le *Setledje,* qui prend aussi sa source dans le Thibet.

Parmi les autres fleuves qui se rendent, comme le Gange, dans le golfe de Bengale, on distingue le *Mehenedi,* le *Godaveri,* la *Krichna,* le *Caveri,* et parmi ceux qni se jettent dans la mer d'Oman, la *Nerbedah* et le *Tapty.*

Cette région ne renferme point de lacs considérables.

138. *Indochine.* — L'*Indochine* est comprise entre les 27° et 1er degrés de latitude boréale et entre les 88° et 107° degrés de longitude orientale; elle est bornée au nord par le faîte des montagnes qui forment le prolongement de l'Himalaya; à l'est, par la mer de la Chine; au midi, par les détroits de Sincapour et de Malacca; à l'ouest, par le golfe de Bengale et le Brahma-poutre. Elle forme une grande péninsule qui ressemble à un carré long, à l'extrémité sud-ouest duquel se trouve une autre péninsule en forme d'ellipse allongée, que l'on appelle *presqu'île de Malacca.* Les côtes de cette région sont bordées de beaucoup de petites îles. Les plus importantes sont celles qui forment l'*archipel de Mergui,* le long de la côte occidentale. A une plus grande distance de cette même côte se trouvent les *îles Andaman* et les *îles Nicobar,* qui forment une chaîne dirigée du nord au sud.

L'Indochine est couverte de montagnes qui se rattachent du côté du nord au prolongement de l'Himalaya et qui paraissent former cinq rameaux ou chaînes transversales dirigées du nord au sud et séparées par quatre vallées ou systèmes de vallées, dans lesquelles coulent respectivement l'*Irraouaddi,* le *Salouen,* le *Menam* et le *Maïkang,* dirigés également du nord au sud.

139. *Iles Philippines.* — Les *îles Philippines* forment un archipel situé entre les 19° et 5° degrés de latitude boréale et les 115° et 124° degrés de longitude orientale: elles sont bornées à l'est par la mer de la Chine; au sud, par la mer de Célèbes, et des autres côtés par l'océan Pacifique.

Elles se composent d'un assez grand nombre d'îles plus ou moins allongées, et qui ont, comme celles du Japon et des Kuriles, leur longueur dirigée du nord au sud; elles sont généralement fort découpées par des bras de mer. Le sol de ces îles est très-montueux et présente des cimes que l'on suppose atteindre une hauteur de près de 6,000 mètres; tel est le *mont Mahaye* dans l'île de Luçon. Les principales de ces îles sont celle de *Luçon* ou *Manille,* au nord, qui a près de 1,300 myriamètres carrés d'étendue, et celle de *Mindanao* au sud.

On considère souvent comme une dépendance des Philippines les petites îles de *Soulou,* situées entre Mindanao et Bornéo.

140. *Iles de la Sonde.* — Les *îles de la Sonde* sont situées entre le 7° degré de latitude boréale et le 9° degré de latitude australe, et entre les 93° et 117° degrés de longitude orientale : elles sont bornées au nord par le détroit de Malacca, celui de Sincapour et la mer de la Chine ; à l'est, par la mer de Célèbes, le détroit de Macassar et celui de Sapi ; au sud et à l'ouest, par l'océan Indien.

Elles se composent de trois îles très-considérables : *Bornéo, Sumatra* et *Java,* et d'un grand nombre d'îles plus petites. La première, située au nord-est du groupe, est même la plus grande des terres considérées comme îles ; sa surface étant de près de 8,000 myriamètres carrés. Cette île est à peu près ronde, tandis que Sumatra et Java sont de forme allongée. Le sol de ces îles est généralement montueux, et il atteint, au *Gounong-Kosumbra*, dans l'île de Sumatra, la hauteur de 4,574 mètres.

141. *Archipel des Moluques.* — Nous comprenons sous le nom d'*archipel des Moluques* toutes les îles qui entourent la mer du même nom et qui sont bornées au nord par la mer de Célèbes ; à l'est, par les bras de mer qui longent la Nouvelle-Guinée et les îles Arrou ; au sud, par la mer de Lanchidol, et à l'ouest par les détroits de Sapi et de Macassar. Cet archipel est compris entre le 5° degré de latitude boréale et le 11° degré de latitude australe, et entre les 117° et 131° degrés de longitude orientale *.

La plus considérable des îles de cet archipel est *Célèbes* ou *Macassar,* au nord-ouest, dont la surface est de plus de 1,400 myriamètres carrés. On distingue aussi au nord-est *Gilolo* et *Céram,* et au sud *Timor* et *Flores ;* mais les terres les plus renommées de cet archipel sont les petites îles de *Ternate, Makian, Motis, Batchian* et *Tidor,* qui forment les *Moluques proprement dites* ou *Petites Moluques.*

Ces îles sont généralement montueuses, et le *pic de Céram,* qui paraît en être le point culminant, s'élève à 2,600 mètres.

SECTION V.

DE L'AFRIQUE.

142. *Position astronomique.* — La portion continentale de l'Afrique est située entre le 37° degré de latitude boréale et le 35° degré de latitude australe, et entre le 20° degré de longitude occidentale et le 49° degré de longitude orientale ; mais avec les petites îles qui doivent y être annexées, cette partie de la terre s'étend à peu près jusqu'au cercle polaire austral, ainsi que

* On doit éviter de confondre l'*archipel des Moluques*, tel qu'il est limité ci-dessus, avec les *îles Moluques proprement dites.*

jusqu'au 27e degré de longitude occidentale et au 60e degré de longitude orientale.

Limites.—Elle est bornée au nord par le détroit de Gibraltar et la Méditerranée; à l'est, par l'isthme de Suez, la mer Rouge, le détroit de Bab-el-mandeb et l'océan Indien; au sud, par l'océan Antarctique, et à l'ouest par l'océan Atlantique; de sorte qu'elle ne tient au reste du continent que par l'isthme de Suez, dont la largeur est de 10 myriamètres.

143. *Étendue et forme.*—Son étendue est d'environ 270,600 myriamètres carrés, et sa forme donne l'idée d'un cœur renflé par une de ses extrémités supérieures; de sorte qu'elle présente deux grandes péninsules qui embrassent près des trois quarts de sa surface: l'une au nord-ouest, tracée par une ligne qui s'étendrait du golfe de la Syrte dans la Méditerranée à celui de Biafra, dépendance du golfe de Guinée; l'autre au sud, tracée par une ligne partant du même golfe de Biafra et se dirigeant sur celui d'Aden dans l'océan Indien. Un autre caractère de l'Afrique, c'est la contiguïté des terres qui la composent, lesquelles ne sont presque pas entamées par des mers intérieures. Les îles y sont même rares et fort petites, à l'exception toutefois de celle de Madagascar, à l'est de la péninsule méridionale, qui est une des plus grandes terres que l'on considère comme îles.

144. *Relief.*—L'Afrique est si peu connue, que l'on ne peut donner de notions positives sur son relief; il paraît cependant, du moins d'après ce que nous connaissons de ses côtes, qu'il n'y a pas de plaines basses aussi grandes que celles qui existent en Europe et en Asie. Il y a cependant de vastes contrées dont le sol est uni; mais on suppose que ce sont plutôt des plateaux que des plaines basses. On n'y a pas non plus mesuré, jusqu'à présent, des montagnes aussi élevées que celles d'Asie, ni même que celles d'Europe. On y a reconnu cependant l'existence de chaînes, dirigées, comme les principales chaînes de l'Asie et de l'Europe, de l'ouest à l'est.

La plus septentrionale de ces chaînes est l'*Atlas,* qui s'étend à peu de distance des côtes de la Méditerranée. Ses points les plus élevés, qui approchent de 4,000 mètres, sont dans la partie occidentale, et la hauteur va en diminuant à mesure que l'on s'avance vers l'est. Un autre système, plus puissant et probablement plus élevé, semble traverser toute la largeur de l'Afrique vers le 10e degré de latitude boréale. Ce système porte successivement, en allant de l'ouest à l'est, les noms de *montagnes de Kong, montagnes de la Lune* et *montagnes d'Abyssinie.* Il y a lieu de croire que les montagnes qui couvrent une grande partie de la péninsule méridionale peuvent être considérées comme des rameaux ou chaînes transversales, qui se détachent de ce grand système, en se dirigeant vers le sud. C'est dans cette péninsule que l'on cite la plus grande élévation de l'Afrique, le *mont Zambi* au pays des Moluas, que l'on dit être haut de près de 4,800 mètres.

145. *Cours d'eau.* — Plusieurs portions de l'Afrique sont privées de cours d'eau, ce qui en fait de vastes déserts; mais d'autres en sont bien pourvues. Parmi les principaux fleuves connus on distingue : le *Nil,* qui coule du sud au nord et se jette dans la Méditerranée; le *Sénégal,* la *Gambie,* le *Kabou* ou *Rio-Grande,* le *Niger* ou *Djoliba* ou *Kouara,* le *Zaïre* ou *Couango,* la *Couanza,* l'*Orange* ou *Gariep,* qui se jettent dans l'océan Atlantique. Les fleuves qui se jettent dans l'océan Indien sont moins connus; les principaux paraissent être : le *Zambeze* ou *Couama,* le *Loffih,* le *Motcherfine,* l'*Ouotundo* et le *Zebee* ou *Kibber.* La mer Rouge ne reçoit aucun cours d'eau important. On suppose qu'il existe aussi en Afrique plusieurs cours d'eau qui se jettent dans des lacs sans débouchés ou qui se perdent dans les terres. Le plus important des lacs de ce genre qui soient connus, est celui de *Tschad,* situé vers le centre de l'Afrique à une hauteur d'environ 400 mètres, et qui reçoit le *Chary* et le *Yeou.*

146. *Division en régions.*—L'*Afrique* peut être divisée en deux portions, l'une *septentrionale,* l'autre *méridionale,* qui seraient séparées par la ligne mentionnée ci-dessus et tirée du golfe d'Aden à celui de Biafra; mais son intérieur est trop peu connu pour que l'on puisse y établir des divisions orhydrographiques régulières. Cependant nous indiquerons dans l'Afrique septentrionale les onze subdivisions ci-après; savoir : les *îles Madères,* les *îles Canaries,* les *îles du Cap-Vert,* la *Barbarie,* l'*Égypte,* la *Nubie,* le *Sahara,* la *Sénégambie,* la *Guinée,* le *Soudan* et l'*Abyssinie.* Quant à l'Afrique méridionale, nous nous bornerons à y distinguer la partie continentale ou *péninsule méridionale,* l'*archipel de Madagascar* et les *îles de l'océan Antarctique.*

147. *Iles Madères.* —Les *îles Madères* sont un petit groupe situé dans l'océan Atlantique, vers le 33e degré de latitude boréale, et composé d'une île principale et de quatre petites îles. La première ou l'île *Madère* proprement dite, est montueuse et présente une cime, le *pic de Ruivo,* haute de 1,781 mètres.

148. *Iles Canaries.* —Les *îles Canaries,* situées aussi dans l'océan Atlantique, vers le 28e degré de latitude boréale, sont plus nombreuses et plus considérables. Leur sol est très-montueux, et le *pic de Teyde,* dans l'*île de Ténériffe,* s'élève à la hauteur de 3,710 mètres.

149. *Iles du Cap-Vert.*—Les *îles du Cap-Vert* sont encore situées dans l'océan Atlantique, vers le 16e degré de latitude boréale. Ce sont de petites îles montueuses, dont l'une, l'*île de Fuego,* atteint la hauteur de 2,400 mètres.

150. *Barbarie.*—La *Barbarie,* comprise entre le 12e degré de longitude occidentale et le 24e degré de longitude orientale, forme une bande assez étroite le long de la Méditerranée; elle est presque entièrement couverte par

l'Atlas. Peut-être que l'on pourrait considérer le faîte de cette chaîne comme faisant sa limite méridionale.

Les cours d'eau y sont peu considérables : les plus remarquables sont la *Moulouia*, le *Cheliff* et la *Medjerdah*, qui se jettent dans la Méditerranée. D'autres moins étendus se jettent dans l'océan Atlantique.

151. *Égypte.* —L'*Égypte* est bornée au nord par la Méditerranée ; à l'est, par l'isthme de Suez et la mer Rouge : elle n'a pas de limites bien déterminées au sud et à l'ouest ; mais on l'étend ordinairement jusque vers le 24e degré de latitude boréale et le 24e degré de longitude orientale.

Cette région est traversée du midi au nord par la vallée du Nil, qui, dans la partie supérieure, est très-étroite et bordée de rochers escarpés ; mais qui s'élargit dans la partie inférieure et se termine à la Méditerranée par un delta ou plaine triangulaire. Le reste de l'Égypte est un plateau désert, renfermant quelques oasis et de petits lacs sans débouchés. Ce plateau est assez uni du côté de l'ouest, où il se confond avec celui du Sahara ; mais il est plus inégal du côté de l'est, et se termine le long de la mer Rouge par une chaîne de montagnes escarpées.

152. *Nubie.*—La *Nubie*, placée au midi de l'Égypte, est également bornée à l'est par la mer Rouge et n'a point de limites déterminées des autres côtés.

Cette région a les plus grands rapports avec l'Égypte. La majeure partie de sa surface se compose de même de plateaux déserts ; elle présente également une chaîne de montagnes escarpées le long de la mer Rouge, et elle est aussi traversée par le cours du *Nil*, fleuve qui s'y forme par la réunion du *Bahr-el-Abiad* ou *rivière Blanche*, et du *Bahr-el-Azrek* ou *rivière Bleue*. La partie méridionale de la Nubie est encore arrosée par d'autres affluents du Nil, notamment par l'*Atbara* ou *Tacazzé*, qui prend sa source, comme le Bahr-el-Azrek, dans les montagnes d'Abyssinie.

153. *Sahara.*—Le *Sahara* est une grande région qui s'étend le long de la Barbarie, depuis la Nubie jusqu'à l'océan Atlantique. Son sol, qui est assez uni, paraît être un plateau d'une élévation moyenne, presque entièrement privé de cours d'eau ; ce qui est cause qu'il ne forme qu'un vaste désert, dans lequel se trouvent quelques oasis. Les plus importantes de ces dernières sont celles qui forment le *Fezzan*, vers le 26e degré de latitude boréale et le 23e degré de longitude orientale.

A l'exception de quelques petites rivières qui se jettent dans l'océan Atlantique, le peu de cours d'eau qui existent dans le Sahara se perdent dans les sables ou dans de petits lacs sans débouchés. C'est dans les parties qui appartiennent au versant méridional de l'Atlas que ces cours d'eau et ces lacs sont les moins rares.

154. *Sénégambie.* — La *Sénégambie*, placée au sud du Sahara, s'étend entre les 18e et 10e degrés de latitude boréale et entre les 6e et 20e degrés de

longitude occidentale. Il paraît qu'elle est bornée à l'est par un rameau de montagnes qui s'attache à la chaîne de Kong et qui forme l'arête entre le bassin du Niger et celui du Sénégal; elle se termine à l'ouest, le long de l'océan Atlantique, par des plaines basses et de petites îles, dont une partie compose l'*archipel des Bissagos;* elle est arrosée par un grand nombre de cours d'eau, et notamment par trois grands fleuves : le *Sénégal,* la *Gambie* et la *Kabou* ou *Rio-Grande.*

155. *Guinée.* — La *Guinée* ou *Guinée supérieure* * est située entre le 16ᵉ degré de longitude occidentale et le 10ᵉ degré de longitude orientale, et entre les 10ᵉ et 4ᵉ degrés de latitude boréale. Elle s'étend du Rio Pongo à l'ouest, au Rio de Camarones à l'est, entre le golfe de Guinée au sud et le faîte des montagnes de Kong au nord.

L'intérieur de cette région est généralement montueux; mais les côtes sont souvent basses et marécageuses. Celles en forme de courbe, qui séparent les golfes de Benin et de Biafra, appartiennent à un delta traversé par les bras du *Niger* ou *Kouara.* Beaucoup d'autres cours d'eau arrosent la Guinée; mais il paraît qu'ils sont peu importants.

156. *Soudan.* — Le *Soudan* ou *Nigritie* est une vaste région qui s'étend depuis la Sénégambie jusqu'à la Nubie. Il est borné au nord par les déserts du Sahara, et il paraît qu'on peut lui assigner comme limites méridionales, le faîte des montagnes de Kong et des montagnes de la Lune.

La partie occidentale de cette région est arrosée par le *Niger* ou *Djoliba* ou *Kouara,* qui prend sa source vers les limites de la Sénégambie, et qui, après avoir coulé de l'ouest à l'est, prend la direction du nord au sud pour traverser la chaîne de Kong et se jeter, comme on l'a vu ci-dessus, dans le golfe de Guinée. Au centre de la région se trouve le grand *lac de Tschad,* qui reçoit, entre autres cours d'eau, le *Chary* et l'*Yeou.* Enfin la partie orientale est arrosée par le *Bahr-el-Abiad,* le principal des affluents du Nil.

157. *Abyssinie.* — L'*Abyssinie* est une région montueuse, située à l'est du Soudan, au sud de la Nubie et à l'ouest de la mer Rouge. Son principal cours d'eau est le *Barh-el-Azrek,* l'un des affluents du Nil qui traverse le *lac de Dembea* ou *de Tzana.*

158. *Péninsule méridionale.*—La *péninsule méridionale* de l'Afrique est

* On étend souvent le nom de *Guinée* à toutes les côtes qui bordent le golfe de ce nom, c'est-à-dire, qui s'étendent du Rio Pongo au Bambarougue, par 16 degrés de latitude australe, et alors la partie méridionale est nommée *Guinée inférieure,* et la partie septentrionale *Guinée supérieure;* mais il me semble préférable de suivre, à cet égard, les géographes qui terminent la Guinée au Rio de Camarones; d'autant plus que la Guinée inférieure est plus connue sous le nom de *Congo.*

si peu connue qu'il y existe plusieurs contrées très-étendues, auxquelles les géographes ni les statisticiens n'ont pu encore donner de dénominations fixes; ce qui est cause que nous nous abstiendrons d'y indiquer des subdivisions.

Cette grande étendue de pays renferme beaucoup de montagnes, qui semblent, comme les Ghattes de l'Hindoustan, former une chaîne de chaque côté de la péninsule. Par un autre rapprochement avec les Ghattes, la chaîne occidentale paraît être la plus continue et la plus élevée. C'est elle qui renferme le *mont Zambi*, que l'on cite maintenant comme la plus haute cime de l'Afrique. La chaîne orientale qui, entre les 20° et 10° degrés de latitude australe, porte les noms de *monts Lupata* ou *Épine du monde*, devient très-basse ou cesse même tout à fait vers le 5° degré.

A l'extrémité méridionale de la péninsule ces chaînes sont réunies par des massifs dans lesquels on croit pouvoir distinguer des chaînes transversales, dirigées de l'ouest à l'est; telle est celle du *Zwarteberg* à peu de distance des côtes, et celle qui comprend les *monts Bokkeveld, Roggeveld* et *Sneeuwberg* plus au nord. Ces chaînes semblent former des gradins, et leurs plateaux présentent des espèces de steppes que l'on nomme *Karrous*. Les contrées qui s'étendent plus au nord, entre les chaînes occidentales et orientales, ne sont pas connues; mais on a lieu de croire qu'elles renferment de vastes plateaux.

159. Nous indiquerons ici quelques petites îles que leur peu d'étendue et leur éloignement les unes des autres nous ont empêché de considérer comme formant des régions particulières, ou de réunir sous une dénomination commune.

Quelques-unes de ces *îles* sont situées *dans le golfe de Guinée;* ce sont celles de *Fernando Po*, du *Prince*, de *Saint-Thomas* et d'*Annobon*, qui sont disposées sur une ligne entre le 4° degré de latitude boréale et le 1er degré de latitude australe. Leur sol est très-montueux, et la première présente un pic haut de plus de 3,000 mètres.

D'autres sont situées dans l'océan Atlantique, à une distance considérable du continent : ce sont l'*île de l'Ascension*, vers le 8° degré de latitude australe, qui n'est en quelque manière qu'un grand rocher atteignant la hauteur de 886 mètres. L'*île Sainte-Hélène*, située vers le 16° degré de latitude australe, qui n'est aussi qu'une montagne escarpée un peu moins élevée que l'Ascension. Les îles de *Tristan d'Acunha*, groupe de trois petites îles situées sous le 37° degré de latitude australe, dont la principale s'élève à la hauteur de 2,700 mètres; enfin, la petite *île de Diego Alvarez*, ou de *Gough*, sous le 40° degré de latitude australe.

Il y a aussi quelques îles le long de la côte orientale de la péninsule. Les principales sont celles de *Socotra*, à l'entrée du golfe d'Aden, sous le 12° degré de latitude boréale, et de *Zanzibar*, sous le 6° degré de latitude australe.

160. *Archipel de Madagascar.* — Les îles que nous réunissons avec M. Balbi sous le nom d'*archipel de Madagascar*, sont situées dans l'océan Indien, entre les 3e et 26e degrés de latitude australe.

La principale de ces îles est celle de *Madagascar*, l'une des plus grandes terres considérées comme îles, sa surface étant de 5,000 myriamètres carrés; elle est séparée du continent par le canal de Mozambique, et traversée par une chaîne de montagnes dirigées, comme l'île, du nord au sud, et présentant des cimes évaluées à 3,600 mètres.

A l'est de Madagascar se trouvent les îles *Bourbon*, *Maurice* et *Rodrigue*, que l'on désigne quelquefois par le nom collectif d'*îles Mascareignes*; leur sol est aussi très-montueux.

Au nord-ouest de Madagascar on rencontre les *îles Comores*, groupe de petites îles montueuses, et au nord-est, principalement sous le 5e degré de latitude australe, l'océan est parsemé de beaucoup de petites îles qui forment, entre autres, les groupes connus sous le nom d'*îles Séchelles*, d'*îles Amirantes* et d'*îles des Sept Frères*.

161. *Iles de l'océan Antarctique.*—Les *îles de l'océan Antarctique*, qui dépendent de l'Afrique, ne sont que de petites îles isolées, à l'exception de la *Terre de Kerguelen* ou *île de la Désolation*, située vers le 50e degré de latitude, qui a près de 20 myriamètres de long. Parmi les autres on distingue la *Terre d'Enderby*, sous le 66e degré de latitude; l'*île de la Circoncision* ou *Bouvet*, sous le 55e degré; les *îles du Prince Édouard* et celles de *Marion* et *Crozet*, vers le 45e degré; enfin les îles d'*Amsterdam* et de *Saint-Paul*, vers le 38e degré.

SECTION VI.

DE L'AMÉRIQUE.

162. *Position astronomique.* — La portion continentale de l'Amérique s'étend entre le 71e degré de latitude boréale et le 54e degré de latitude australe, et entre les 37e et 169e degrés de longitude occidentale; mais en y comprenant les îles qui en dépendent, elle s'étend du 16e degré de longitude occidentale au 170e degré de longitude orientale, et on connaît de ses dépendances jusqu'au 78e degré de latitude boréale et jusqu'au 70e degré de latitude australe.

Limites et étendue. — Elle est baignée au nord par l'océan Arctique; à l'est, par l'océan Atlantique; au sud, par l'océan Antarctique, et à l'ouest par l'océan Pacifique.

On évalue sa surface à 405,700 myriamètres carrés.

Forme.— Le continent américain se compose de deux immenses péninsules, de forme allongée, dirigées l'une et l'autre du nord au sud et unies par un isthme

très-étroit, par rapport au développement que prennent les autres portions.

163. *Relief.*—Le trait le plus remarquable du relief de l'Amérique est l'existence d'une chaîne ou système de chaînes de *montagnes* qui la traverse dans le sens de sa longueur du côté *de l'occident,* en s'écartant peu de l'océan Pacifique, et qui atteint, entre l'équateur et le tropique du capricorne, une élévation qui ne le cède presque pas aux plus hautes cimes de l'ancien continent. On peut aussi reconnaître un *système oriental* du côté de l'océan Atlantique; mais ce système est divisé par plusieurs interruptions, et ne se prolonge pas sur toute la longueur du continent.

Une immense *plaine,* qui établit en quelque manière la communication entre l'océan Arctique et le golfe du Mexique, sépare, *dans le nord,* le système occidental du système oriental. Ces systèmes sont aussi séparés *dans le midi* par de vastes *plaines,* arrosées d'un côté par l'Amazone et de l'autre par la Plata; mais ces plaines sont resserrées vers le milieu par des rameaux qui se détachent du système oriental pour s'approcher du système occidental.

164. Ce dernier système forme d'abord, à partir de l'extrémité méridionale du continent américain, une chaîne assez étroite, dont la hauteur est de moins de 2,000 mètres; mais qui, vers le 37e degré de latitude australe, présente déjà une cime, le *mont d'Antuco,* qui a près de 5,000 mètres. La chaîne s'élargit entre les 20e et 14e degrés de latitude australe, où se trouve le point culminant de toute l'Amérique, le *Névado de Sorata,* haut de 7,696 mètres; elle se rétrécit ensuite, tout en conservant néanmoins une largeur de près de 50 myriamètres, et se bifurque vers le 8e degré de latitude boréale. La partie la plus large et la plus élevée à l'est va se terminer brusquement à la mer des Antilles, tandis que la partie occidentale, qui n'est, pour ainsi dire, qu'un chaînon presque interrompu par une forte dépression, prend une direction ouest pour former l'isthme de Panama, où tout le continent se trouve réduit à une largeur d'environ 5 myriamètres; mais la chaîne, en reprenant la direction du nord-ouest, redevient bientôt plus large et forme le vaste *plateau du Mexique,* sur lequel s'élèvent des cimes, qui, comme le *Popocatepetl,* atteignent 5,400 mètres. La chaîne se rétrécit de nouveau, mais paraît cependant conserver une largeur d'environ 50 myriamètres. La partie méridionale de cette immense chaîne, depuis l'extrémité du continent jusqu'à l'isthme de Panama, se nomme *Andes.* La partie septentrionale n'a point de nom commun, et la portion comprise entre l'isthme de Panama et le 42e degré de latitude boréale, n'est en général désignée que par les noms des contrées qu'elle traverse; mais la portion au nord du 42e degré est connue sous le nom de *Rocky-mountains* ou *montagnes Rocheuses.* Le point culminant de cette portion semble être le *Pic de Long* ou *Bighorn,* vers le 42e degré, haut de 4,134 mètres. Il paraît que la chaîne s'abaisse en approchant de l'océan Arctique.

165. La portion septentrionale du système oriental est souvent désignée par

le nom collectif d'*Alleghanis*, qui s'applique plus spécialement au chaînon le plus occidental de sa portion du milieu. Ces montagnes sont généralement peu élevées, et leur point culminant paraît être le *mont Washington*, sous le 29e degré de latitude boréale, haut de plus de 2,000 mètres. Cette chaîne tend à converger vers la chaîne occidentale en avançant au midi; mais on peut considérer les *îles Antilles*, qui se retrouvent au sud-est et qui présentent des cimes de plus de 2,500 mètres, comme formant la continuation de ce système, lequel reparaît sur le continent dans les *montagnes de la Guyane*, qui s'élèvent aussi à plus de 2,500 mètres. La *plaine de l'Amazone* forme une nouvelle interruption, au sud de laquelle s'élèvent les *montagnes du Brésil;* massif extrêmement puissant, dont les rameaux occidentaux se rapprochent de la chaîne des Andes, s'ils ne se lient pas à ceux dépendants de cette dernière chaîne. Du reste, les montagnes du Brésil sont peu élevées en comparaison de celles des autres chaînes de l'Amérique, et le *mont Itacolumi*, que l'on considère comme son point culminant, n'a que 1,851 mètres de hauteur.

166. *Eaux.* — L'Amérique est remarquable par l'importance des lacs et des cours d'eau qu'elle renferme. Les lacs sont surtout abondants et considérables dans la partie septentrionale, où se trouvent, entre autres, groupés les uns près des autres, les *lacs Supérieur, Michigan, Huron, Érié* et *Ontario*, qui forment, après la mer Caspienne, le plus grand amas connu d'eaux intérieures.

La plupart des grands cours d'eau prennent leur source sur le versant oriental de la grande chaîne occidentale de montagnes, et se jettent dans l'océan Atlantique ou dans ses dépendances; tels sont, entre autres, l'*Amazone* ou *Maranon* dans la partie méridionale, et le *Mississipi* dans la partie septentrionale, les deux plus grands fleuves connus. La mer Polaire reçoit aussi un fleuve très-considérable, le *Mackenzie;* mais l'océan Pacifique ne reçoit que des fleuves moins importants. Le plus considérable paraît être la *Columbia* ou *Orégon*, dans la partie septentrionale.

167. *Division en régions.* — Nous avons déjà indiqué que l'*Amérique* se trouvait naturellement divisée en deux grandes portions, l'une *septentrionale*, l'autre *méridionale;* mais la subdivision de ces deux portions en régions naturelles présente des difficultés, lorsque, selon notre plan, on veut ne pas s'écarter beaucoup des usages reçus. Toutefois nous avons cru pouvoir y distinguer 19 régions, que nous désignons respectivement de la manière suivante ; savoir : dans l'Amérique septentrionale: l'*Islande*, le *Groenland*, la *Nouvelle-Bretagne*, la *Behringie*, l'*Orégonie*, la *Washingtonie*, le *Mexique*, le *Guatimala* et les *Antilles ;* dans l'Amérique méridionale : la *Nouvelle-Grenade*, le *Quito*, la *Guyane*, le *Brésil*, le *Pérou*, la *Bolivie*, la *Platarie*, le *Chili*, la *Patagonie* et les *îles Australes ;* mais, quoique nous ayons cherché à donner à ces régions des limites qui puissent s'exprimer par

des circonstances naturelles; il en est plusieurs dont la délimitation est loin d'être régulière.

168. *Islande.* — L'*Islande* * est une grande île située entre les 67e et 63e degrés de latitude boréale et entre les 18e et 27e degrés de longitude occidentale, et qui fait la séparation entre l'océan Arctique et l'océan Atlantique; elle renferme beaucoup de montagnes, ordinairement de forme conique et couvertes de glaces. On y distingue le *Snæfials-Iokull,* haut de 1,559 mètres, et le *mont Hekla,* haut de 1,013.

169. *Groenland.* — Le *Groenland* est une région dont les limites septentrionales sont inconnues; mais qui a été observée jusqu'au 79e degré de latitude boréale, et qui s'étend au midi jusqu'au delà du 60e degré, où elle se termine en forme de pointe; elle est baignée à l'est par les océans Arctique et Atlantique, et à l'ouest par le même océan Atlantique, le détroit de Davis et la mer de Baffin. L'intérieur de cette région n'est pas connu. Les côtes sont généralement montueuses et fort découpées par des golfes et des bras de mer qui donnent naissance à beaucoup de petites péninsules et de petites îles; il se pourrait même qu'il y eût de ces bras de mer qui divisassent le massif principal de la région en grandes îles.

Nous citerons à la suite de cette région l'*île de Jean Mayen,* située sous le 71e degré de latitude, dans l'océan Arctique; mais à près de 25 myriamètres des côtes du Groenland : elle présente une cime, le *Beerenberg,* haute de 2,085 mètres.

170. *Nouvelle-Bretagne.* — Nous entendons par *Nouvelle-Bretagne* une immense région, partie continentale, partie insulaire, dont les limites septentrionales ne sont pas connues, mais qui a été observée jusque vers le 78e degré de latitude boréale, et qui s'étend entre les 55e et 140e degrés de longitude occidentale : elle est bornée à l'ouest par la mer de Baffin, le détroit de Davis et l'océan Atlantique; au sud, par le golfe de Saint-Laurent, le fleuve du même nom, les lacs Ontario, Érié, Huron et Supérieur, et ensuite par une ligne tirée du dernier de ces lacs aux sources du Moeoatsh; à l'ouest, par le faîte des Rocky-mountains, la rivière des Montagnes et le fleuve Mackenzie **.

* On considère ordinairement l'Islande comme une dépendance de l'Europe, parce qu'elle a été connue et habitée par les Européens bien avant que ceux-ci eussent découvert le continent américain; mais comme elle est beaucoup plus près des autres terres américaines que des terres européennes, il me paraît que l'on doit adopter l'opinion de ceux des géographes modernes qui placent cette île dans l'Amérique.

** Les géographes sont assez généralement dans l'habitude maintenant d'appliquer le nom de *Nouvelle-Bretagne* à toutes les possessions anglaises du nord de l'Amérique, y compris toutes les terres polaires inhabitées, découvertes dans ces derniers temps; mais cette délimitation diffère de celle indiquée ci-dessus, en ce qu'elle comprend de plus la Nouvelle-Écosse, le Nouveau-Brunswick, la portion du Canada située au sud du Saint-Laurent, et les contrées à l'ouest des Rocky-mountains. On pourrait éviter une grande partie de ces divergences, en

171. La partie septentrionale de cette région se compose d'un grand nombre d'îles, dont les contours ne sont, pour la plupart, connus que d'une manière imparfaite, et qui sont baignées par la mer de Baffin, la baie d'Hudson, la mer Polaire, les détroits et les canaux qui unissent ces diverses mers. La partie continentale se termine au nord par la *presqu'île Melville*, qui s'avance dans la mer Polaire; plus à l'ouest se trouve la grande presqu'île de *Labrador* et la grande *île de Terre-Neuve* ou *New-Foundland*.

172. Le milieu de cette immense région est en général bas et uni; mais la portion orientale présente de petites montagnes qui peuvent être considérées comme un prolongement des Alleghanis, et à l'ouest se trouve une partie du versant oriental des Rocky-mountains.

173. Les cours d'eau sont très-abondants dans la portion continentale de cette région. L'un des plus considérables, mais qui est loin d'être le plus étendu, est le *fleuve Saint-Laurent*, qui se jette dans le golfe du même nom. On distingue, parmi les autres, le *Nelson*, formé par la réunion du *Saskatschawan septentrional* et du *Saskatschawan méridional*, et qui se jette dans la baie d'Hudson; le *Mackenzie* ou *rivière de l'Esclave*, qui se jette dans la mer Polaire et qui est formé par l'*Unjigah* ou *rivière de la Paix*, et par la rivière d'*Athapescow* ou de l'*Élan*. Ces rivières ont leurs sources sur le versant oriental des Rocky-mountains, à l'exception de l'Unjigah, qui sort du versant occidental, et des affluents du Saint-Laurent, qui prennent leur origine dans la grande plaine du milieu.

Cette dernière renferme aussi beaucoup de lacs, dont un grand nombre sont remarquables par leur étendue, et indépendamment de ceux que nous avons cités (166 et 170), qui s'écoulent par le fleuve Saint-Laurent, nous indiquerons encore le *lac Winnipig*, qui verse ses eaux dans le Nelson; les *lacs Athapescow* ou *des Montagnes*, *de l'Esclave* et *du Grand Ours*, qui versent leurs eaux dans le Mackenzie. Les eaux de cette plaine présentent un caractère particulier; c'est que l'on voit quelquefois le même lac, soit constamment, soit temporairement, verser ses eaux dans des bassins hydrographiques différents. Cette circonstance, jointe à l'abondance des eaux, est cause que l'on peut, en quelque manière, traverser la contrée en divers sens, avec des embarcations que l'on est seulement obligé de transporter sur de petites parties de terres, que l'on nomme *Portages*.

174. *Behringie*. — Nous désignons par le nom de *Behringie* * une région

prenant pour limite de la Nouvelle-Bretagne géographique, le fleuve Saint-John, au lieu de suivre tout le cours du Saint-Laurent; mais la démarcation serait moins régulière.

* Le nom d'*Amérique russe* étant une dénomination de statistique qui ne peut convenir à la géographie proprement dite, j'ai cru pouvoir employer le nom de *Behringie* pour désigner une région bornée par le détroit et la mer qui portent le nom du célèbre navigateur Behring.

comprise entre les 71e et 52e degrés de latitude boréale, et entre le 125e degré de longitude occidentale et le 170e degré de longitude orientale : elle est bornée au nord par l'océan Arctique ; à l'est, par le fleuve Mackenzie et la rivière des Montagnes ; au sud, par une ligne tirée des sources de cette rivière au détroit de Dixon et par l'océan Pacifique ; à l'ouest, par la mer de Behring et le détroit du même nom. La partie continentale de cette région forme une grande péninsule, terminée au sud-ouest par une petite péninsule, nommée *Alaska*, à la suite de laquelle se trouvent les *îles Aleutiennes*, formant une chaîne dirigée de l'est à l'ouest. D'autres îles se trouvent aussi le long des côtes ; telles sont l'île *Kodiak*, l'île *Sitka* ou *Baranoff*, l'île *du Prince de Galles*, dans l'océan Pacifique. On ne connaît pas l'intérieur de cette région ; mais ses côtes sont généralement montueuses, et le mont Saint-Élie, près la baie de Behring, a 5,513 mètres de haut.

175. *Orégonie.* — Nous appelons *Orégonie* une région bornée à l'ouest par l'océan Pacifique ; au nord, par une ligne tirée du détroit de Dixon aux sources de la rivière des Montagnes ; à l'est, par le faîte des Rocky-mountains ; au sud, par une ligne tirée du mont Bighorn au cap Saint-Sébastien *.

Sur ses côtes se trouvent plusieurs îles, dont les principales sont : l'*île de la Reine Charlotte* et celle de *Nootka* ou *Quadra* et *Vancouver*.

Cette région est généralement montueuse, et elle est arrosée par un grand nombre de cours d'eau, dont les principaux sont : la *Columbia* ou *Orégon*, le *Frazer* ou *Tacoutche-Tesse* et le *Calédonian*, qui se jettent dans l'océan Pacifique. Parmi les affluents de la Columbia on distingue le *Lewis* ou *Saptin*, le *Clarke* ou *Flat-head*, le *Multnomah*, etc.

176. *Washingtonie.* — La région que nous désignons par le nom de *Washingtonie* ** est située entre les 49e et 25e degrés de latitude boréale, et entre les 62e et 116e degrés de longitude occidentale : elle est bornée au nord par une ligne tirée des sources du Mocoatsh au lac Supérieur, ensuite par ce lac, ceux nommés Huron, Érié et Ontario, puis par le cours du Saint-Laurent et le golfe de ce nom ; à l'est, par l'océan Atlantique ; au midi, par le golfe du Mexique et par une ligne tirée de l'embouchure de la Sabine au mont Bighorn et longeant en partie les rivières Sabine, Rouge et Arkansas ; à l'ouest, par le faîte des Rocky-mountains.

177. La portion orientale de cette région, qui s'étend le long de l'océan

* Cette région se compose du district américain d'*Orégon* et de la possession anglaise nommée quelquefois *Calédonie occidentale*.

** Le nom d'*États-Unis de l'Amérique du nord* ne peut être employé dans la géographie naturelle et n'est même pas très-commode pour la statistique. J'ai cru pouvoir le remplacer par celui de Washingtonie, tiré de la capitale de cette vaste confédération. J'ai indiqué ci-dessus (note du no 170) les motifs pour lesquels il m'a paru convenable de comprendre une petite portion des possessions anglaises dans cette région naturelle.

Atlantique, présente une côte assez découpée, terminée par deux presqu'îles, la *Nouvelle-Écosse* au nord, et la *Floride* au sud, et garnie de plusieurs îles. Parmi ces dernières on distingue l'*île du Prince Édouard* ou *Saint-Jean*, l'*île du cap Breton*, *Rhode-Island* et *Long-Island*. On pourrait aussi rattacher à cette région les petites *îles Bermudes*, situées dans l'Atlantique à plus de 100 myriamètres des côtes. Cette contrée est traversée dans le sens de sa longueur par la chaîne des monts Alleghanis (165), qui est assez voisine des côtes dans la portion septentrionale; mais qui s'en éloigne successivement, de manière que dans la portion méridionale il y a des plaines assez larges entre l'Océan et les montagnes, lesquelles, d'ailleurs, deviennent très-basses.

Vers le nord-ouest se trouvent les immenses lacs qui versent leurs eaux dans le golfe de Saint-Laurent; mais les cours d'eau de cette contrée sont généralement de peu d'étendue, du moins en comparaison de ceux de la portion occidentale. Les principaux sont, en allant du nord au midi, le *fleuve Saint-Jean*, l'*Hudson*, la *Delaware*, la *Susquehanna*, le *Potomac*, le *Santee*, le *Savannah*, l'*Alatamaha*, qui se jettent dans l'océan Atlantique, l'*Apalachicola* et l'*Alabama*, qui se jettent dans le golfe du Mexique.

178. La portion occidentale se compose d'une partie de l'immense plaine que nous avons dit s'étendre de la mer Polaire au golfe du Mexique, et d'une portion du versant oriental des Rocky-mountains. Elle est presque entièrement comprise dans le bassin hydrographique du *Mississipi* et arrosée par un nombre considérable de grands cours d'eau, qui sont, pour la plupart, des affluents de ce fleuve. Les plus remarquables sont le *Missouri*, qui est plus important que le Mississipi; l'*Arkansas* et la *rivière Rouge*, sur la rive droite du Mississipi; l'*Ohio*, le *Tennessee* et l'*Ilinois*, sur la rive gauche.

179. *Mexique.*—Le *Mexique* est situé entre les 42e et 16e degrés de latitude boréale et entre les 96e et 126e degrés de longitude occidentale. Il est borné au nord par une ligne tirée du cap Saint-Sébastien à l'embouchure de la Sabine, et suivant en partie les cours de l'Arkansas, de la rivière Rouge et de la Sabine; à l'est, par le golfe du Mexique et l'isthme de Tehuantepec; au midi et à l'ouest, par l'océan Pacifique *.

* Je conserve ici, comme limite septentrionale du Mexique, celle adoptée par la statistique actuelle pour la séparation entre les *États-Unis mexicains* et les *États-Unis de l'Amérique du nord*, quoique cette limite soit très-irrégulière; mais, pour ce qui concerne la limite orientale, j'ai cru que les faibles liens qui unissent les petits *États d'Yucatan*, *de Tabasco et de Chiapa* aux autres États mexicains, ne devaient pas empêcher d'adopter une limite naturelle aussi simple et aussi connue que l'isthme de Tehuantepec. On aurait pu, à la vérité, prendre l'isthme de Honduras, qui est encore mieux tracé par la nature; mais alors la *république de l'Amérique centrale* se trouverait divisée dans ses parties les plus importantes, et l'*État de Guatimala*, qui est précisément celui qui donne à cette république le nom consacré par l'usage, se trouverait dans le Mexique.

La partie septentrionale de cette région est encore comprise dans la portion large de l'Amérique septentrionale; mais elle est ensuite divisée par la mer Vermeille en deux bandes à peu près parallèles : l'une forme l'étroite péninsule de *Californie;* l'autre, beaucoup plus large, tend néanmoins à se rétrécir successivement jusqu'à l'isthme de Tehuantepec, et forme la continuation du continent américain.

Le Mexique est traversé dans toute sa longueur par la grande chaîne des montagnes occidentales de l'Amérique, qui, ainsi que nous l'avons déjà indiqué (164), y prend une largeur et une hauteur considérables, de manière à former le plus bel exemple connu d'un grand plateau élevé. Ce plateau, dont la hauteur ordinaire est de plus de 2,000 mètres, est surmonté par des montagnes dirigées en divers sens, et qui présentent des cimes de plus de 5,400 mètres. Il n'y a que dans la partie orientale que l'on rencontre des plaines qui se rattachent à celles du bassin du Mississipi et qui se terminent souvent par des savanes et des lagunes.

Le Mexique renferme beaucoup de *lacs;* mais ils sont, en général, peu considérables. Les plus remarquables sont ceux de *Chapala* et de *Tescuco,* dans le midi; de *Timpanogos* et de *Teguayo,* dans le nord. Cette région est arrosée par un grand nombre de cours d'eau; mais, à l'exception du *Rio Grande,* ceux des portions resserrées entre les mers sont peu importants; tandis que dans la portion septentrionale on voit de grands fleuves qui rappellent ceux que nous avons cités dans la Washingtonie et dans la Nouvelle-Bretagne. Le principal de ces cours d'eau est le *Rio del Norte,* qui prend sa source dans les Rocky-mountains et se jette dans le golfe du Mexique. Nous citerons aussi le *Rio Colorado,* qui se jette dans la mer Vermeille.

180. *Guatimala.*—La région située entre les isthmes de Tehuantepec et de Panama, que l'on pourrait appeler *Distlımie,* et dont une grande partie est ordinairement désignée par le nom de *Guatimala,* que porte une des contrées qu'elle renferme, est située entre les 22ᵉ et 7ᵉ degrés de latitude boréale, et entre les 81ᵉ et 97ᵉ degrés de longitude occidentale *.

Elle forme, entre l'océan Pacifique et les dépendances de l'océan Atlantique, une bande de terre très-étroite, par rapport à la largeur ordinaire du continent américain, et dont se détache la presqu'île d'*Yucatan,* laquelle est dirigée du sud au nord, entre le golfe du Mexique et la mer des Antilles. Les côtes de cette région sont découpées par des golfes, des lagunes, ainsi que par d'autres avances que la mer fait entre les terres, et elles sont bordées par plusieurs petites îles.

* La région limitée ci-dessus est plus étendue que la *république de l'Amérique centrale,* puisqu'elle contient en outre les États mexicains de Tabasco, de Chiapa et d'Yucatan, l'Yucatan anglais, le pays des Mosquitos et le département de l'isthme, appartenant à la république de la Nouvelle-Grenade.

Cette région est, comme la précédente, traversée dans toute sa longueur par la grande chaîne des montagnes occidentales de l'Amérique, qui paraissent atteindre la hauteur de 4,500 mètres au mont *Agua*, près de Guatimala, mais qui s'abaissent considérablement vers le sud-est. Ces montagnes forment une côte très-escarpée du côté de l'océan Pacifique; mais vers l'Atlantique on voit souvent des côtes basses, surtout dans le pays des Mosquitos, où les montagnes sont séparées de la mer par des plaines assez étendues.

Elle est arrosée par plusieurs cours d'eau, généralement peu importants, et elle renferme plusieurs lacs, dont un seul, celui de *Nicaragua*, est considérable.

181. *Antilles.* — Les *Antilles* sont un grand archipel ou réunion d'archipels, situées entre les 27e et 10e degrés de latitude boréale, et entre les 62e et 87e degrés de longitude occidentale : elles sont baignées à l'est par l'océan Atlantique; à l'ouest, par la mer des Antilles et le golfe du Mexique. On peut les considérer comme formant une chaîne qui établit la continuation de la portion orientale de l'Amérique septentrionale avec la partie orientale de l'Amérique méridionale; elles sont en général très-montueuses, et le *mont Potrillo,* dans l'île de Cuba, paraît dépasser la hauteur de 2,700 mètres. Leurs côtes sont souvent garnies de récifs.

On distingue dans les Antilles trois groupes ou archipels particuliers; savoir : les *îles Lucayes* ou de *Bahama*, qui ne sont séparées de la Floride que par le nouveau canal de Bahama, et qui se composent d'un grand nombre de petites îles;

Les *grandes Antilles,* dont les principales sont *Cuba,* qui a plus de 100 myriamètres de long, *Haïti*, la *Jamaïque* et *Porto-Rico;*

Les *petites Antilles,* qui forment une chaîne de petites îles entre les grandes Antilles et le continent. Les principales sont la *Guadeloupe* et la *Martinique.*

On considère aussi comme une division des Antilles, et on appelle alors *Antilles sous le vent,* des îles situées dans la partie méridionale de la mer des Antilles, le long de la côte du continent, et que, pour cette raison, il serait plus naturel de considérer comme une dépendance de la région comprenant cette portion du continent. Les principales de ces îles sont la *Trinidad, Tabago,* l'*île Marguerite* et *Curaçao.*

182. *Nouvelle-Grenade.* — Nous désignons par le nom de *Nouvelle-Grenade* une région comprise entre le 12e degré de latitude boréale et le 1er degré de latitude australe, et entre les 63e et 81e degrés de longitude occidentale : elle est bornée au nord par la mer des Antilles; à l'est, par l'Orénoque et par une ligne tirée du confluent de ce fleuve avec le Guaviare au confluent de l'Apoporis avec le Yapura; au sud, par cette rivière et par le Patia; à l'ouest, par l'océan Pacifique et l'isthme de Panama.

La côte septentrionale de cette région est fort entamée par la mer des Antilles et garnie d'une chaîne d'*îles*, qui ont été indiquées ci-dessus sous le nom d'*Antilles sous le vent*.

Cette région est traversée par la chaîne des Andes, qui, comme il a déjà été dit, s'y divise en deux branches : l'une se prolongeant à l'ouest par l'isthme de Panama, et l'autre se terminant à la mer des Antilles. Ces montagnes y forment un *plateau*, qui, à *Bogota*, est élevé de 2,661 mètres. Ce plateau est plus découpé que celui du Mexique, et il est surmonté de cimes qui, dans la *Sierra de Merida*, paraissent s'élever à près de 6,000 mètres.

Dans la partie sud-est de cette région se trouvent des *plaines* marécageuses qui appartiennent aux bassins de l'*Amazone* et de l'*Orénoque*.

Indépendamment de ces deux fleuves et de leurs affluents, la Nouvelle-Grenade renferme un autre grand cours d'eau qui se jette dans la mer des Antilles : c'est la *Magdalena*, qui coule du sud au nord entre deux chaînons des Andes.

Cette région contient aussi le grand *lac Maracaïbo*, qui est en communication avec le golfe de ce nom. On peut aussi citer le *lac* beaucoup moins étendu de *Valencia*.

183. *Quito*. — Le *Quito* *, tel que nous l'entendons, est une région située entre le 2ᵉ degré de latitude boréale et le 5ᵉ degré de latitude australe, et entre les 72ᵉ et 83ᵉ degrés de longitude occidentale; il est borné au nord par les cours du Patia et du Yapura; à l'ouest, par une ligne tirée du confluent de l'Apoporis dans le Yapura au confluent du Javari dans l'Amazone; au sud, par ce fleuve et par le Tumbes, et à l'est par l'océan Pacifique.

La côte, le long de cet océan, est entamée par le golfe de Guayaquil, dans lequel se trouve l'*île de Puna*.

Cette région, traversée, comme la précédente, par les Andes, renferme des cimes que l'on a longtemps considérées comme les plus élevées de la terre; telles que le *Chimboraço*, haut de 6,530 mètres; l'*Antisana*, 5,833; le *Cotopaxi*, 5,753; le *Pichincha*, 4,868. La partie orientale appartient aux plaines de l'Amazone.

Nous indiquerons à la suite de cette région les *îles Galapagos*, situées sous l'équateur dans l'océan Pacifique, à plus de 100 myriamètres de la côte.

184. *Guyane*.—La *Guyane* est située entre le 11ᵉ degré de latitude boréale et le 4ᵉ degré de latitude australe, et entre les 52ᵉ et 72ᵉ degrés de longitude occidentale : elle est bornée au nord par une partie du cours de l'Orénoque et par l'océan Atlantique; à l'est, par le même océan; au sud, par l'Amazone;

* Il paraît que cette région forme dans la statistique actuelle la *république de l'Équateur*; mais le nom de *Quito*, qui rappelle un ancien royaume et une ville très-connue, m'a paru mériter la préférence sur une dénomination nouvelle, propre à établir en géographie de la confusion avec l'équateur astronomique.

à l'ouest, par une ligne tirée du confluent du Javari dans l'Amazone au confinent du Guaviare dans l'Orénoque, et ensuite par le cours de ce fleuve.

La majeure partie de cette région est couverte par un massif de montagnes, qui est séparé par la vallée ou plaine de l'Orénoque de la branche des Andes qui s'étend le long de la mer des Antilles *. On regarde comme point culminant de ce massif la *Duida* dans la *Sierra de Parima*, que l'on croit avoir près de 2,500 mètres. Toute la partie méridionale de cette région est une vaste plaine, souvent marécageuse, arrosée par l'*Amazone*.

Parmi les nombreux affluents de ce dernier fleuve, qui appartiennent à la Guyane, le *Rio Negro* est le plus important. On distingue aussi le *Rio Branco*, affluent du Rio Negro, et le *Gassiquiare*, qui présente la circonstance remarquable d'établir une communication entre l'Amazone et l'*Orénoque* : celui-ci, qui prend sa source dans la Sierra de Parima, décrit une espèce de spirale et se jette dans l'Atlantique par plusieurs bras, qui embrassent un large delta.

185. *Brésil.*—Le *Brésil*, tel que nous l'entendons, est une vaste région située entre l'équateur et le 32e degré de latitude australe, et entre les 37e et 72e degrés de longitude occidentale : il est borné au nord par l'Amazone; à l'est, par l'océan Atlantique; au midi, par le Rio Grande do sul, et à l'ouest par une ligne tirée de cette rivière au confluent du Javari dans l'Amazone.

La majeure partie de cette région est couverte de montagnes, qui forment une des portions les plus importantes du système que nous avons indiqué ci-dessus comme occupant l'orient de l'Amérique (163 et 165). Ces montagnes peuvent être considérées comme composées de plusieurs chaînes, dirigées du nord au sud en convergeant, comme la côte, vers l'ouest, et tendant par conséquent à se rapprocher des Andes, vers lesquelles elles envoient des rameaux transversaux, qui resserrent la grande plaine qui s'étend de l'Amazone à la Plata. Ces rameaux paraissent être peu élevés, et les montagnes principales sont bien loin d'atteindre la hauteur des Andes, leur point culminant n'ayant, comme nous l'avons déjà dit, que 1,851 mètres. La partie nord-ouest de la région appartient à la grande plaine de l'Amazone, et une petite portion au sud-ouest dépend de la grande plaine de la Plata.

Le Brésil renferme un grand nombre de cours d'eau : les uns coulent du

* Quand je dis que les montagnes de la Guyane sont séparées de celles de la Nouvelle-Grenade par la vallée de l'Orénoque, c'est pour me conformer à l'usage et exprimer l'état général des choses d'une manière plus facile à saisir; car il paraît qu'ici, comme dans beaucoup d'autres contrées, l'Orénoque, au lieu de couler au milieu de la plaine qui sépare les deux massifs, longe et entame même le massif de la Guyane; car le *Cerro de la Galera* et le pic d'*Unuana*, qui se trouvent sur la rive gauche de l'Orénoque, sont tout près des montagnes de la Guyane et paraissent séparés des Andes par une large plaine.

sud au nord et se jettent dans l'océan Atlantique, soit directement, comme le *San-Francisco*, le *Parnahiba*, le *Para* ou *Tocantin*, soit par l'intermédiaire de l'*Amazone*, comme le *Xingu*, le *Tapajos*; la *Madeira*. D'autres, au contraire, coulent du nord au sud; tels sont le *Paraguay* et la *Parana*. Les cours d'eau qui ont une autre direction sont peu étendus.

Le Brésil ne renferme pas de grands lacs, à l'exception de celui de *Los Patos* à son extrémité méridionale, qui est plutôt une lagune qu'un véritable lac. On peut aussi citer le lac temporaire de *Xarayes*, entre cette région et la Platarie, qui n'est qu'une plaine marécageuse, régulièrement inondée dans la saison des pluies.

186. *Pérou.*— Le *Pérou* s'étend entre les 3° et 19° degrés de latitude australe, et entre les 67° et 84° degrés de longitude occidentale. On peut le considérer comme borné au nord par le cours du Tumbes et par une partie de celui de l'Amazone; à l'est, par une ligne tirée du confluent du Javari dans l'Amazone à celui du Guapore avec le Mamore; au sud, par une autre ligne tirée de ce confluent au promontoire d'Arica, et à l'ouest par l'océan Pacifique.

La partie occidentale de cette région est entièrement occupée par la chaîne des Andes, qui, à la montagne de *Pichu-Pichu* près d'Arequipa, s'élève à la hauteur de 5,670 mètres; mais du côté de l'orient se trouvent des parties basses qui appartiennent à la grande plaine arrosée par l'Amazone.

Les principaux cours d'eau du Pérou coulent du sud au nord; tels sont le *Tunguragua*, le *Huallaga* et l'*Ucayale*, qui sont les principaux affluents de l'*Amazone*, que nous avons dit couler de l'ouest à l'est. Tous les cours d'eau qui se jettent dans l'océan Pacifique sont très-peu importants. Le Pérou renferme dans sa partie méridionale, sur les confins de la Bolivie, un *lac* très-remarquable par son étendue et sa situation : c'est celui de *Titicaca*, situé dans les Andes, à une hauteur de 3,888 mètres au-dessus de la mer.

187. *Bolivie.*—La *Bolivie* est située entre les 10° et 24° degrés de latitude australe, et les 58° et 73° degrés de longitude occidentale : elle est bornée au nord par une ligne tirée du promontoire d'Arica au confluent du Guapore avec le Mamore; à l'est, par une autre ligne tirée de ce confluent à celui du Latirequiqui avec le Paraguay; au midi, par une troisième ligne tirée de ce confluent au cap Jorge (Morro Jorge), et à l'ouest par l'océan Pacifique.

Cette région ressemble tout à fait au Pérou, avec lequel on la réunit souvent. Sa partie occidentale appartient de même à la chaîne des Andes, qui présente sa plus grande élévation au *Nevado de Sorata*, haut, comme on l'a vu ci-dessus, de 7,696 mètres.

La partie orientale présente des contrées basses, dépendantes de la grande plaine qui s'étend de l'Amazone à la Plata.

Les principaux cours d'eau de la Bolivie coulent du sud au nord pour se

rendre dans l'Amazone; tels sont le *Beni*, le *Mamore* et l'*Ubay*. Quelques autres coulent aussi de l'ouest à l'est, pour se rendre dans la Plata; tel est le *Pilcomayo;* mais aucun cours d'eau important ne se rend dans l'océan Pacifique. On peut aussi citer le *Desaguadero,* qui est le débouché du *lac de Titicaca,* cité ci-dessus (186), et dont les eaux se perdent par évaporation dans une vallée.

Les inondations des rivières qui traversent les plaines orientales, donnent naissance, dans certaines saisons, à des lacs temporaires quelquefois très-étendus, ou à de grands marais. Le long des côtes de l'océan Pacifique se trouve le désert d'Atacama, qui s'étend entre la Bolivie et le Chili.

188. *Platarie.* — Nous croyons pouvoir désigner par le nom de *Platarie* une vaste région située entre les 20e et 41e degrés de latitude australe, et les 55e et 74e degrés de longitude occidentale : elle est bornée au nord par une ligne tirée du faîte des Andes vis-à-vis le cap Jorge, au confluent du Latirequiqui avec le Paraguay; à l'est, par une autre ligne tirée de ce confluent à l'embouchure du Rio Grande do sul et par l'océan Atlantique; au sud, par le Rio Negro ou Cusu-Leuwu et le Sieu-Leuwu; à l'ouest, par le faîte des Andes.

La majeure partie de cette région appartient à la grande plaine de la Plata, qui, surtout vers le midi, présente de grands espaces tout à fait plats et incultes, que l'on connaît sous le nom de *Pampas.*

La portion occidentale se compose du versant oriental d'une partie de la chaîne des Andes, qui paraît être en général assez étroit, du moins vers le midi, et la portion sud-est présente des montagnes qui forment l'extrémité méridionale du système qui traverse le Brésil.

La plupart des cours d'eau de cette région coulent du nord au sud, et se rendent dans deux rivières principales, le *Parana* et l'*Uruguay,* qui prennent leurs sources dans les montagnes du Brésil et qui se réunissent en formant une large rivière ou plutôt un golfe, connu sous le nom de *Rio de la Plata.* Parmi les affluents du Parana on distingue le *Paraguay,* qui vient aussi des montagnes du Brésil; le *Picolmayo,* le *Vermejo,* le *Salado* ou *San-Thomé,* qui prennent leurs sources dans les Andes. Parmi le petit nombre de cours d'eau qui se rendent directement à l'océan Atlantique, nous citerons la rivière de *Mendoça* ou *Rio Colorado* et le *Rio Negro* ou *Cusu-Leuwu.*

Cette région renferme beaucoup de lacs, généralement peu étendus, souvent sans débouchés, et beaucoup de plaines basses, qui deviennent des lacs temporaires dans la saison des pluies.

189. *Chili.* — Le *Chili* est situé entre les 24e et 42e degrés de latitude australe, et entre les 72e et 76e degrés de longitude occidentale : il forme une bande étroite, bornée à l'ouest par l'océan Pacifique et à l'est par le faîte des Andes; il est entièrement compris dans le versant occidental de ces montagnes, qui

n'y atteignent plus une aussi grande élévation que dans la Bolivie, leur point culminant paraissant être le *Descabezado*, haut de près de 6,000 mètres.

Le Chili est arrosé par un grand nombre de cours d'eau; mais aucun n'est important.

Les petites *îles de Juan-Fernandez* et *de Saint-Félix*, dans l'océan Pacifique, peuvent être citées à la suite de cette région, dont elles sont toutefois éloignées de près de 100 myriamètres.

190. *Patagonie.* — La *Patagonie* est située entre les 40° et 54° degrés de latitude australe, et entre les 65° et 78° degrés de longitude occidentale : elle est bornée au nord par le détroit qui sépare l'île de Chiloé du Chili, par le cours du Sieu-Leuwu et celui du Cusu-Leuwu ou Rio Negro; à l'est, par l'océan Atlantique; au midi, par le détroit de Magellan, et à l'ouest par l'océan Pacifique.

Elle se compose d'une péninsule triangulaire, qui forme la partie méridionale du continent américain, et d'îles situées le long de la côte occidentale de cette péninsule. Ces îles sont ordinairement réunies en archipels, sous les noms de *Chiloé*, de *Chonos* et de *la mère de Dieu*.

La portion occidentale de cette région est formée de la partie méridionale de la chaîne des Andes, tandis que la portion orientale paraît être en général basse et unie.

Les cours d'eau y sont peu importants, du moins ceux du versant occidental. Parmi ceux du versant oriental on distingue le *Rio de Camarones* et le *Rio Gallego*.

191. *Iles Australes.* — Nous réunissons sous le nom d'îles Australes de l'Amérique, des terres qui sont réparties depuis le 51° jusqu'au 67° degré de latitude australe, et depuis le 50° jusqu'au 92° degré de longitude occidentale. Elles forment plusieurs groupes ou îles isolées; savoir : l'*archipel de la Terre-de-Feu*, aussi nommé *archipel de Magellan*, qui n'est séparé de la Patagonie que par le détroit de Magellan. Les îles qui le composent sont généralement montueuses et peuvent être considérées comme un prolongement des Andes. Leur point culminant paraît être le *mont Sarmiento*, haut d'environ 2,000 mètres.

Les *îles Falkland* ou *Malouines*, vers le 52° de latitude, qui atteignent, au *mont Chatteleux*, la hauteur d'environ 700 mètres.

La *Géorgie du sud*, sous le 54° degré de latitude, qui présente des montagnes couvertes de neiges perpétuelles et dont les vallées elles-mêmes ne sont découvertes que pendant une petite partie de l'année.

Les *Terres de Sandwich*, sous le 58° degré de latitude, qui se composent de petites îles montueuses, presque toujours couvertes de neiges et de glaces.

Les *Orcades du sud* ou *Powel*, sous le 60° degré de latitude, qui sont aussi de petites îles montueuses.

Les *Shetland du sud*, vers le 62e degré de latitude, qui sont également de petites îles, environnées de roches.

La *Terre de la Trinité*, qui est probablement aussi un archipel semblable au précédent, mais dont on ne connaît pas encore les détails.

Les *îles Biscoë*, qui sont situées sous le 67e degré.

Enfin, les petites *îles d'Alexandre Ier* et de *Pierre Ier*, qui sont situées par le 69e degré 30', et qui sont, par conséquent, les terres les plus méridionales que l'on ait observées jusqu'à présent.

SECTION VII.

DE L'OCÉANIE.

192. *Position astronomique.* — Le petit continent et les nombreuses îles dont nous avons dit (51) que se compose l'*Océanie*, s'étendent depuis le 30e degré de latitude boréale jusqu'au 56e degré de latitude australe, et depuis le 111e degré de longitude orientale jusqu'au 105e degré de longitude occidentale.

Limites et étendue. — Ces terres, dont la surface est évaluée à environ 85,000 myriamètres carrés, sont presque entièrement entourées par l'océan Pacifique ou ses dépendances, sauf que, d'après les limites qui ont été assignées ci-dessus aux divisions des mers, la portion sud-ouest de l'Océanie est bornée au sud par l'océan Antarctique, et à l'ouest par l'océan Indien *.

Division. On distingue dans l'Océanie, telle qu'elle a été limitée ci-dessus, deux grandes subdivisions : la *Polynésie*, au nord-est, et l'*Australie*, au sud-ouest **.

193. *Polynésie.* — La *Polynésie*, qui embrasse plus des trois quarts de l'espace occupé par l'Océanie, a les mêmes limites que cette partie de la terre, sauf du côté du sud-ouest, où elle est séparée de l'Australie par une portion de mer moins remplie d'îles, et qui décrit une ligne sinueuse entre le 125e degré de longitude orientale et le 177e degré de longitude occidentale, de sorte qu'elle est entièrement baignée par l'océan Pacifique et ses dépendances.

Elle se compose d'une multitude de petites îles, ordinairement réunies en archipels, quelquefois isolées. Une partie de ces îles sont basses et presque à fleur d'eau ; d'autres, au contraire, présentent des montagnes plus ou moins

* J'ai fait connaître, dans la note du no 109, les motifs pour lesquels je ne comprends pas les îles Philippines, les îles de la Sonde et l'archipel des Moluques dans l'Océanie.

** Lorsque l'on comprend dans l'Océanie les îles Philippines, les îles de la Sonde et l'archipel des Moluques, ces terres forment une troisième subdivision, que l'on désigne par les noms plus ou moins défectueux d'*Australasie*, de *Malaisie*, d'*îles Asiatiques*, d'*Archipel Indien*, etc.

élevées et souvent de forme conique. La plupart sont entourées de récifs.

Le nombre de ces îles et leurs grandes ressemblances seraient cause qu'une énumération complète et une description particulière de chaque groupe nous entraînerait au delà du cadre que nous nous sommes tracé et présenteraient des répétitions fastidieuses. Nous nous bornerons en conséquence à citer les treize archipels ci-après, auxquels on pourrait, jusqu'à un certain point, rattacher respectivement les groupes moins importants et les petites îles isolées qui en sont plus ou moins éloignées. Ces archipels principaux sont :

Les *îles Sandwich*, au nord-est : l'un des groupes les plus importants et qui présente la cime la plus élevée observée jusqu'à présent dans la Polynésie ; savoir : le *Mauna-Roa*, dans l'île d'*Owhyhee* ou *Hawaii*, haut de 4,838 mètres.

L'*archipel d'Anson*, qui ne renferme que quelques petites îles, éloignées les unes des autres.

L'*archipel de Magellan*, au nord-ouest, qui ne renferme aussi que de petites îles, où l'on distingue les groupes de *Mounin Sima* ou *Bouin Sima*, de *Malagrida*, de *Grampus*, des *Volcans*, de *Peel*, de *Kendrick*, etc.

Les *îles Marianne* ou *des Larrons*, qui forment une chaîne dirigée du nord au sud.

Les *îles Carolines* ou *Nouvelles-Philippines*, dans lesquelles on pourrait comprendre les *îles Pelew* ou *Palaos*, et qui forment aussi une chaîne de petites îles, mais dirigées de l'ouest à l'est.

L'*archipel de Mulgrave*, qui se compose des *îles Brown*, des *îles Ralik*, des *îles Radak*, des *îles du Skarboroug* ou *Gilbert*, des *îles Kingsmill*, etc.

Les *îles Fidji* ou *Viti*.

Les *îles des Amis* ou *archipel de Tonga*, ainsi nommé de *Tonga-Taboo* ou *îles d'Amsterdam*, l'une des principales de ce groupe.

Les *îles des Navigateurs* ou de *Bougainville*, ou de *Hamoa*.

L'*archipel de Cook*, qui se compose principalement de l'*île Mangea* ou *Manaca* et des *îles Hervei*.

Les *îles de la Société*, où se trouve notamment l'*île d'Otahiti*, qui renferme le *mont Oroena*, haut de 3,323 mètres.

L'*archipel dangereux* ou *de la mer Mauvaise*, ou *des îles Basses*.

Enfin, l'*archipel des Marquises* ou *de Mendana*.

194. *Australie*. — L'*Australie* s'étend entre l'équateur et le 55e degré de latitude australe et entre le 110e degré de longitude orientale, et entre le 177e degré de longitude occidentale : elle est baignée au nord et à l'est par l'océan Pacifique ; au sud par l'océan Antarctique ; à l'est, par la mer des Indes, la mer de Lanchidol et par les bras de l'océan Pacifique qui séparent la Nouvelle-Guinée des îles Moluques.

Elle se compose du continent de la *Nouvelle-Hollande* et d'un grand

nombre d'îles qui, outre celles que nous considérons comme dépendantes de la Nouvelle-Hollande, peuvent être rangées dans les cinq archipels suivants; savoir : de la *Nouvelle-Guinée*, de *Salomon*, des *Nouvelles-Hébrides*, de la *Nouvelle-Calédonie* et de la *Nouvelle-Zélande*.

La terre principale de l'archipel de la *Nouvelle-Guinée* est la grande île du même nom, appelée aussi *terre des Papous* et *Papouasie*, dont l'étendue est de plus de 7,000 myriamètres carrés. On peut y annexer les îles *Arrou*, à l'ouest, et les îles de la *Louisiade*, à l'est.

Nous croyons pouvoir étendre le nom d'*archipel de Salomon* à une grande chaîne d'îles, dirigée du nord-ouest au sud-ouest, et qui se compose des îles *Salomon proprement dites* ou *terre des Arsacides* ou *Nouvelle-Géorgie*, des *îles de la Nouvelle-Bretagne*, de la *Nouvelle-Irlande*, de l'*Amirauté*, à l'ouest, et des *îles de la Reine Charlotte* ou de *Santa-Cruz*, à l'est.

Les *Nouvelles-Hébrides* ou *archipel du Saint-Esprit* ou de *Quiros*, forment, en quelque manière, la continuation de la chaîne de l'archipel de Salomon.

L'*archipel de la Nouvelle-Calédonie*, un peu plus au sud, se compose de l'île de ce nom, qui est assez importante, et de quelques petites îles plus ou moins éloignées.

L'archipel de la *Nouvelle-Zélande* ou de la *Tasmanie* est principalement formé par deux grandes îles : celle d'*Eahenomauwe* et celle de *Tavaï poenammou*. On peut rapporter à cet archipel les petites îles de *Kermandec*, au nord; de *Broughton* ou de *Chatam*, à l'est; d'*Antipodes*, d'*Auckland* et de *Macquari*, au sud.

Quant à la *Nouvelle-Hollande*, aussi nommée *Notasie*, sa grande étendue, qui est d'environ 76,000 myriamètres carrés, doit nécessairement la faire diviser en plusieurs régions; mais comme elle est encore fort peu connue, attendu que les peuples civilisés n'ont point pénétré dans son intérieur, nous nous bornerons à dire que l'on a observé, le long de la côte orientale, une chaîne de montagnes nommées les *montagnes Bleues*, dirigées, comme la côte, du nord au sud, et où l'on a mesuré une cime (le *Sea-Wiew-hill*) haute de 1,982 mètres. Sur la côte occidentale il y a une cime qui paraît atteindre la hauteur de plus de 3,000 mètres, c'est le *pic près de la rivière des Cygnes*. Jusqu'à présent on a observé peu de grands cours d'eau dans ce continent.

La principale des îles que nous considérons comme dépendances de la Nouvelle-Hollande, est celle de *Van-Diemen*, au sud du continent, et qui présente une cime haute de 1,524 mètres.

LIVRE II.

DE LA GÉOGNOSIE *.

195. *Définition de la Géognosie.* — La *Géognosie,* telle que nous l'entendons, a pour but l'étude générale des matériaux qui composent l'écorce solide du globe terrestre, en les considérant principalement sous le rapport de leur forme, de leur position et de la manière dont ils s'associent entre eux, et en s'aidant, à cet effet, des propriétés particulières de ces matériaux, c'est-à-dire, de leurs caractères minéralogiques et des corps organisés qu'ils recèlent, c'est-à-dire, de leurs caractères paléontologiques.

196. *Division de ce livre.*—Nous diviserons ce livre en quatre chapitres : le premier traitera de la structure de l'écorce solide du globe ; le second donnera une idée sommaire des corps organisés enfouis dans cette écorce; le troisième aura pour objet la division de celle-ci en divers groupes que l'on nomme terrains, et le quatrième contiendra la description particulière de ces groupes.

* On donne quelquefois au mot *géognosie* un sens aussi étendu qu'à celui de géologie; mais cette manière d'agir a le double désavantage de rendre l'un de ces noms tout à fait inutile et de nous laisser sans dénomination pour désigner la partie si importante de la géologie, qui a pour but de nous faire connaître, par une simple exposition des faits indépendants de toute hypothèse, la nature du sol que nous habitons et la disposition des divers matériaux qui le composent. En restreignant l'étendue de la géognosie comme je le propose ici, on a, ainsi qu'on le verra dans le livre suivant, l'avantage de réunir dans un même cadre l'étude de tous les phénomènes qui ont agi et qui agissent encore sur la forme de notre planète.

CHAPITRE PREMIER.

DE LA STRUCTURE DE L'ECORCE SOLIDE DU GLOBE *.

197. *Joints qui divisent l'écorce du globe.* — L'écorce du globe n'est pas formée d'une seule masse cohérente ; mais elle se compose, au contraire, de parties séparées par des *joints*. Ces joints, qui sont de diverse nature, nous paraissent pouvoir être rangés dans cinq modifications, que nous appelons *joints de texture, joints de stratification, joints d'injection, fissures* et *failles*.

198. *Joints de texture.* — Les *joints de texture* déterminent les textures cristallines, feuilletées et conglomérées, qu'affectent certaines substances minérales, de sorte que ces joints ne concourant pas directement à la structure du globe, mais seulement à la texture particulière de ces substances, leur étude ne fait point partie de la géologie, et nous nous bornerons à ajouter à ce que nous en avons dit ailleurs (*Min.* 238 à 253), que ces joints n'établissent pas, ainsi que les autres le font ordinairement, de véritables solutions de continuité entre les parties qu'ils séparent ; mais qu'au contraire il y a ordinairement entre ces parties une adhérence plus ou moins forte.

Joints de stratification et *joints d'injection*.—Les *joints de stratification* déterminent la forme des masses dont nous parlerons tout à l'heure, sous le

* La structure de l'écorce solide de notre planète résultant de la manière dont les matériaux qui la composent ont été formés, ainsi que des déplacements et des altérations que ces matériaux ont subis depuis leur formation, il conviendrait, pour mieux concevoir ce que nous avons à dire sur cette structure, de donner ici quelques notions sur ces phénomènes ; mais j'ai cru préférable, ainsi que je l'ai déjà indiqué, de dégager la géognosie de toute considération hypothétique, et je me bornerai, en conséquence, à exposer dans ce chapitre les choses telles qu'elles sont, en renvoyant au livre suivant les recherches sur les causes qui les ont mises dans cet état. Si cette marche rend les explications plus difficiles à saisir, elle a l'avantage de présenter les faits d'une manière indépendante de tout esprit de système.

nom de couches, tandis que les *joints d'injection* limitent les masses que nous ferons connaître sous le nom de filons *; les uns et les autres ont pour résultat de diviser l'écorce du globe en masses, qui ont généralement une de leurs dimensions fort étendue et une autre assez restreinte. Les joints de stratification et ceux de texture des roches feuilletées sont souvent parallèles, mais il y a aussi des exemples assez fréquents, notamment dans les roches schistoïdes, où les plans des joints de texture forment des angles plus ou moins ouverts avec les plans des joints de stratification.

199. *Fissures.*—Les *fissures* ont pour caractère principal d'établir de nouvelles divisions dans les masses limitées par les joints de stratification et d'injection; mais il est très-difficile d'exprimer, d'une manière générale, les moyens de les distinguer de ces joints, et souvent cette distinction ne peut se faire que par un ensemble de circonstances que l'usage seul peut apprendre à apprécier. Un caractère cependant qui s'observe quelquefois dans les fissures, et qui n'a pas lieu dans les joints de stratification et d'injection, c'est qu'elles se perdent au milieu d'une même masse. On peut dire aussi que les fissures sont plus irrégulières, qu'elles sont plus rarement parallèles que les autres joints, et que les solides qu'elles limitent ont plus souvent la forme de prismes irréguliers, dont les dimensions sont ordinairement moins étendues que celles des masses limitées par les autres joints, et qui surtout présentent rarement ces formes aplaties qui caractérisent les couches. Les fissures sont parfois restreintes dans les masses limitées par les autres joints; d'autres fois la même fissure se propage dans un grand nombre de masses distinctes, en croisant les autres joints sous des angles plus ou moins ouverts. Du reste, quoiqu'il n'y ait, en général, aucun rapport entre les fissures et les joints de stratification, on remarque que celles-là sont souvent perpendiculaires à ceux-ci; et, quoique la combinaison de ces deux espèces de joints tende à diviser l'écorce du globe en prismes irréguliers, il arrive quelquefois, notamment dans les basaltes, que ces prismes présentent une certaine régularité.

200. *Failles.*—Les *failles* ** ne sont, à la rigueur, que de grandes fissures

* On a quelquefois désigné ce que j'appelle *joints de stratification*, par la dénomination de *fissure de stratification*; mais cette dénomination me paraît très-défectueuse; car le mot *fissure* annonce une fente pratiquée dans quelque chose qui était primitivement adhérente, tandis que ces joints ne tirent pas leur origine d'un phénomène de ce genre, mais résultent au contraire de la simple superposition de deux masses l'une sur l'autre. D'un autre côté, il m'a paru nécessaire de désigner les joints qui limitent les filons par une dénomination particulière; car celles qui désignent les autres modifications de joints ne peuvent leur convenir, et j'ai cru pouvoir adopter le nom de *joints d'injection*, qui exprime la manière dont il y a lieu de croire que les masses limitées par ces joints ont été formées.

** On donne souvent le nom de *failles* à de véritables *filons*, c'est-à-dire, à des masses pierreuses qui paraissent remplir une fente au milieu d'un système de couches; mais il me semble

qui se propagent sur une longueur considérable, et qui concordent avec un dérangement dans le niveau des parties correspondantes ; de manière que la même couche se retrouve plus haut ou plus bas d'un côté de la fissure que de l'autre, comme si l'un des deux massifs s'était enfoncé, tandis que l'autre serait demeuré en place ou aurait fait un mouvement en sens contraire.

201. *Allure des masses minérales.* — L'ensemble des circonstances relatives à la position et à la puissance d'une masse minérale, forme ce qu'on appelle l'*allure* de cette masse. On dit que l'allure est *régulière*, quand ces diverses circonstances demeurent à peu près les mêmes sur une grande étendue; et qu'elle est *irrégulière*, lorsqu'elles éprouvent des variations considérables.

Comme les masses minérales sont rarement parfaitement horizontales, on distingue ordinairement dans leur position une *direction* et une *inclinaison*. Cette dernière est l'angle que le plan de la masse fait avec l'horizon, auquel on ajoute la désignation du point vers lequel il plonge; ainsi, l'on dit que telle masse est inclinée d'autant de degrés, plonge à l'est, à l'ouest, etc., et simplement qu'elle plonge vers tel point, sous tel angle. La direction d'une masse est celle d'une ligne horizontale, menée sur son plan ; indiquer la direction, c'est assigner les points de l'horizon vers lesquels cette ligne se dirige. On doit remarquer que la direction et l'inclinaison étant à angle droit, on peut conclure la première de la seconde : ainsi, dire qu'une masse plonge à l'est ou à l'ouest, c'est indiquer tacitement qu'elle se dirige du nord au sud. En prenant l'inclinaison et la direction d'une masse, on fait abstraction des sinuosités ; de même qu'en indiquant la direction d'une rivière, on fait abstraction de tous ses détours.

202. *Formes des parties de l'écorce du globe.* — Nous avons déjà fait connaître (*Min.* 208 à 237) que nous croyons pouvoir ranger les *formes* que prennent les substances minérales dans cinq divisions principales, désignées par les épithètes de *cristallines, concrétionnées, massives, fragmentaires* et *organiques*. Nous avons en même temps traité de quatre de ces divisions ; de sorte que nous ne parlerons ici que des formes massives, qui peuvent être considérées comme embrassant à elles seules toutes les matières qui composent le globe terrestre; car les cristaux, les concrétions, les fragments et les corps organisés fossiles, sont assez généralement renfermés dans les *masses* qui vont nous occuper.

203. *Masses.* — Celles-ci sont ordinairement désignées par les noms de *couches*, de *masses non stratifiées*, de *filons*, de *coulées* et d'*amas* ; mais

préférable de restreindre ce nom au cas indiqué ci-dessus, c'est-à-dire, à celui d'une fissure correspondante à un changement de niveau dans les couches. Du reste, ce dernier phénomène a souvent lieu aussi dans les masses traversées par les filons, de sorte que la même couche se trouve plus élevée ou plus basse d'un côté du filon que de l'autre.

les différences qui existent entre ces diverses modifications ne sont pas aussi tranchées que leurs noms semblent l'indiquer, et il est un grand nombre de masses que l'on étudie depuis longtemps sans pouvoir être d'accord sur le nom que l'on doit leur donner.

204. *Couches. Caractères généraux.* — On appelle *couches* *, des masses minérales beaucoup plus étendues dans le sens de leur longueur et de leur largeur que dans celui de leur épaisseur, et qui sont posées les unes sur les autres, sans croiser ni couper d'autres masses.

Les deux faces d'une couche sont souvent sensiblement parallèles, de manière que la couche pourrait s'étendre indéfiniment en longueur et en largeur, si elle n'était bornée par des escarpements ou par d'autres circonstances accidentelles.

205. *Bancs, lits et nappes.* — Les mots *bancs* et *lits* sont quelquefois considérés comme synonymes de celui de couches; mais ordinairement on les applique plus spécialement aux couches d'une nature particulière, qui se trouvent intercalées dans un système de couches d'une autre espèce, avec cette distinction que le mot banc se donne de préférence à des couches cohérentes **, tandis que celui de lit est plus ordinairement employé pour désigner des couches meubles; ainsi, on dira qu'une montagne est composée de couches de calcaire, renfermant quelques bancs de silex et quelques lits d'argile.

Par le nom de *nappes* on désigne aussi des couches particulières, qui diffèrent des masses avoisinantes, mais qui, au lieu d'être intercalées dans celles-ci, comme les bancs, forment l'assise superficielle du massif, et ont une étendue ordinairement peu considérable.

206. *Diverses espèces de stratification.* — Les couches présentent beaucoup de variations dans leurs positions; tantôt elles sont à peu près horizontales, tantôt plus ou moins inclinées et même verticales, tantôt planes, tantôt contournées ou repliées en zigzag. On est convenu d'appeler *stratification horizontale,* celle des systèmes de couches où celles-ci sont généralement peu inclinées, et *stratification inclinée,* celle des systèmes dont les couches sont ou fortement inclinées ou verticales. On a aussi désigné par le nom de *stratification arquée,* celle des couches peu inclinées qui constituent une montagne, en s'élevant d'un côté dans le sens de la pente, en se courbant au sommet et en redescendant avec la pente opposée. Enfin, la dénomination de *stratification affleurée* a été employée pour désigner les couches qui, reposant

* Le mot *couche*, en latin *stratum*, est quelquefois remplacé par celui de *strate*, d'où viennent les mots de *stratifié* et de *stratification*, pour exprimer qu'un terrain est disposé par couche.

** On a vu (17) que les marins donnent une acception tout à fait différente au mot *banc*, puisqu'ils l'emploient pour désigner des masses de sable qui approchent de la surface de la mer, tandis qu'ils se servent du mot *écueil* pour désigner les rochers cohérents qui se trouvent dans le même cas.

sur un plan incliné, sont plus épaisses vers le bas que vers le haut, et tendent, de cette manière, à prendre la stratification horizontale.

Lorsque deux ou plusieurs systèmes de couches sont posés l'un sur l'autre, en conservant leur parallélisme, on dit que ces systèmes sont en *stratification concordante.* Lorsqu'au contraire l'inclinaison des systèmes qui se touchent immédiatement est différente, on dit qu'ils sont en *stratification discordante.*

Lorsqu'un système de couches est disposé de manière que celles-ci remplissent une dépression du sol inférieur, et sont par conséquent plus relevées sur les bords que vers le milieu, on dit que ces couches forment un *bassin;* si, au contraire, c'est le milieu qui est plus élevé que les bords, on dit que ces couches forment une *selle.*

Lorsque des couches présentent leur épaisseur au jour, dans le sens de leur direction, on dit qu'elles sont sur leurs *tranches;* tandis que l'on dit qu'elles présentent leurs *têtes,* lorsqu'elles sont coupées dans le sens contraire. Ce dernier cas se montre principalement sur les flancs des vallées transversales.

207. *Renflement et rétrécissement des couches.*— Quoique le parallélisme des faces des couches, et par conséquent l'uniformité de leur épaisseur, soit un de leurs caractères généraux, cette circonstance est loin d'avoir toujours lieu, et les couches éprouvent souvent des renflements et des rétrécissements, qui deviennent quelquefois des interruptions totales.

208. *Typhons.*— On considère comme *masses non stratifiées* et nous proposons de nommer *typhons* * les parties de l'écorce du globe qui présentent une épaisseur considérable, sans être divisées par des joints de stratification; mais deux circonstances sont cause qu'il est souvent très-difficile de distinguer ces masses des roches stratifiées : la première, c'est qu'elles peuvent n'être que des couches d'une épaisseur considérable; la seconde, c'est qu'étant ordinairement traversées par une grande quantité de fissures, il est très-difficile de savoir si, parmi les joints que l'on aperçoit, il n'y en a pas qui soient le résultat de la stratification.

209. *Filons; caractères généraux.*— Les *filons* sont des masses minérales intercalées dans d'autres, qu'elles coupent dans diverses directions. Leurs faces n'étant presque jamais parallèles, on ne doit pas les considérer comme pouvant, ainsi que les couches, s'étendre indéfiniment; mais on doit les envisager comme se terminant en coin ou en cône à une distance plus ou moins grande.

Les filons qui se trouvent dans un terrain stratifié ne sont point parallèles

* L'absence d'un nom univoque pour désigner les *masses non stratifiées* présentant des inconvénients, j'ai cru pouvoir proposer celui de *typhon*, appliqué par la mythologie grecque à un géant enfoui dans l'intérieur de la terre, et dont M. Brongniart a dérivé la dénomination d'un terrain qui comprend toutes les masses non stratifiées.

aux couches; car, s'il en était ainsi, ils seraient des couches, des bancs, des lits, ou des amas couchés; mais ils coupent les couches sous des angles plus ou moins ouverts. Cependant, comme les filons traversent souvent un grand nombre de couches et que leur allure est presque toujours irrégulière, il arrive quelquefois qu'ils suivent l'intervalle de deux couches, et alors, si on ne voit pas leur prolongement jusqu'au point où ils croisent les couches, on ne peut les distinguer de celles-ci que par des analogies tirées de leur nature.

Les filons se divisent souvent en plusieurs branches, se développent dans certains endroits, se resserrent dans d'autres, s'interrompent même tout à fait pour reparaître un peu plus loin. D'autres fois ils se croisent, c'est-à-dire qu'un filon se trouve coupé et traversé par un autre filon, qui lui-même sera à son tour coupé par un troisième.

Les matières qui composent les filons sont ordinairement différentes de celles des masses qu'ils traversent, ou tout au moins elles présentent des caractères particuliers.

On peut diviser les filons en quatre modifications principales, que nous désignons par les noms de *filons proprement dits*, de *filons fragmentaires*, de *filons muriformes* ou *dykes* et de *filons coniques* ou *culots*.

210. *Filons proprement dits.* — Les *filons proprement dits* renferment ordinairement une grande variété de substances à l'état cristallin, et forment les gîtes les plus abondants des minéraux, surtout des substances métalliques. On peut presque toujours y distinguer des matières principales et des matières accessoires; celles-ci sont disséminées dans les premières en cristaux, en rognons, en grains et en veines, ou elles alternent avec elles par bandes minces, ou enfin elles se trouvent dans des cavités dont elles tapissent les parois. Dans les filons métallifères, les parties non métalliques qui forment la masse principale sont désignées par le nom de *gangue.* Lorsque plusieurs branches de ces filons, ou lorsque plusieurs filons différents se trouvent rapprochés dans un même massif, la partie qui se trouve, pour ainsi dire, pénétrée par un réseau de filons, est appelée *stockwerk* par les mineurs allemands.

211. *Filons fragmentaires.*—Les *filons fragmentaires* sont, en général, composés de fragments, plus ou moins gros, de diverses substances; ils semblent avoir leurs plus grande largeur vers la surface de la terre, et aller en se rétrécissant sans atteindre à de grandes profondeurs.

Les uns sont presque exclusivement composés de fragments de roches unis par un ciment pierreux; tels sont ceux qui traversent plusieurs massifs calcareux des bords de la Méditerranée, et qu'on connaît sous le nom de brèches osseuses, parce qu'ils sont composés d'une espèce de calcaire brèche, renfermant des ossements de mammifères. D'autres fois ils sont composés d'argile, d'ocre, de limonite terreuse, renfermant des noyaux, des géodes, des blocs et quelquefois des amas de limonite, de galène, de calamine, de phtanite et

d'autres substances : tels sont les principaux gîtes de minerais de fer des pays entre l'Escaut et la Roer. Du reste, il y a une telle liaison entre ces filons, les autres dépôts fragmentaires, les filons proprement dits, les amas couchés et les couches, qu'il est souvent impossible de dire à quelle catégorie appartient certain gîte.

212. *Dykes.* — Les *dykes* sont ordinairement composés d'une masse pierreuse uniforme, et se présentent souvent comme des espèces de murs qui se prolongent au milieu de roches de nature différente. Il paraît qu'en général leur épaisseur augmente à mesure que l'on s'enfonce, et leur profondeur est inconnue. Les basaltes et les porphyres sont les roches qui composent le plus souvent les dykes.

213. *Culots.*—Les *filons coniques,* que l'on nomme aussi *culots* *, diffèrent des dykes, parce que leur forme, au lieu de donner l'idée d'un mur, approche plus ou moins d'un cône : ils sont quelquefois entièrement cachés dans les matières qu'ils traversent ; mais souvent ils forment au-dessus de celles-ci des élévations plus ou moins considérables. Il est probable que ces filons se prolongent jusqu'à des masses non stratifiées inférieures, dont on peut les considérer comme des espèces d'appendices : ce sont aussi les porphyres, les basaltes et les trachytes, qui présentent le plus communément cette modification de forme.

214. *Coulées.* — Les *coulées* sont ordinairement des dépôts superficiels qui ont pour caractère principal de présenter la forme d'un torrent qui se serait subitement solidifié **.

215. *Amas.*—On appelle *amas,* des masses qui ne sont pas assez étendues pour être rangées dans les typhons, dont les formes s'éloignent trop de celles d'une nappe, d'un mur, d'un cône ou d'un torrent, pour qu'on les appelle couches, filons ou coulées, et qui sont trop volumineuses pour être réputées fragments. Mais, comme il n'y a aucune limite tracée à ce sujet, et, en supposant qu'il y en eût, comme il arrive souvent que l'on ne peut apprécier les

* Le nom de *culot*, qui a déjà tant de significations dans les arts, ne me paraît pas très-heureux ; mais, comme quelques géologistes s'en servent maintenant et qu'il est plus commode que les dénominations binaires, j'ai cru préférable d'en faire usage plutôt que de créer un autre nom.

** Je ne place ici les coulées, comme une des formes générales qu'affectent les masses minérales, que pour reproduire, dans ma nomenclature, une dénomination qui est très en usage dans la description des contrées volcaniques, car cette espèce de gisement se confond tout à fait, sous le rapport de l'origine, avec les autres ; en effet, les coulées ne sont, à la rigueur, que de véritables amas superficiels ; on sent, en outre, que si la masse fluide d'une coulée s'est moulée dans une fente, elle devient un filon ; que si, au contraire, elle s'est étendue sur une grande surface, avec peu d'épaisseur, elle formera une nappe, et qu'enfin, si elle a pris une épaisseur immense, elle formera une masse non stratifiée.

dimensions des masses minérales, on sent que l'application du nom d'amas est fort arbitraire; du reste, on laisse ce nom à des masses qui composent des collines entières, et à d'autres qui n'ont que quelques mètres cubes.

Les amas sont ordinairement intercalés dans des masses de nature différente, et alors ils ont souvent la forme de boudins, d'œufs ou de lentilles, mais dans des proportions gigantesques; d'autres fois ils sont déposés à la surface du sol, et alors ils prennent souvent la forme de poches ou de bateaux. En général, les amas ne sont que des couches ou des filons qui n'ont pas les dimensions en longueur et en largeur qui caractérisent ces masses; dans le premier cas on leur donne ordinairement le nom d'*amas couchés*.

CHAPITRE II.

DES CORPS ORGANISÉS ENFOUIS DANS L'ÉCORCE DU GLOBE.

216. *Considérations préliminaires.* — Nous avons déjà fait connaître (*Min.* 237) qu'il existe des débris d'êtres vivants dans l'écorce solide de notre planète, et que l'étude spéciale de ces corps appartient à la zoologie et à la botanique, ou bien est quelquefois considérée comme formant une science spéciale, sous le nom de *Paléontologie;* mais la géologie tirant un grand parti de l'existence de ces corps, il convient que nous en donnions ici une idée sommaire.

217. *Caractères généraux de ces corps.*—La première circonstance qui frappe dans l'examen de ces corps, c'est que la plus grande partie d'entre eux appartient à des espèces qui ne vivent plus maintenant.

Si nous considérons ensuite ces débris sous le rapport de leur nature chimique, nous remarquerons que ceux qui appartiennent aux espèces vivantes ont assez généralement conservé leur composition primitive, tandis que ceux provenant d'espèces perdues sont passés à l'état *fossile,* c'est-à-dire que les principes gélatineux et charnus qui entraient dans la composition des animaux, ont disparu et sont plus ou moins remplacés par des particules pierreuses, communément de même nature que les roches dans lesquelles les débris se trouvent enfouis, et que les parties ligneuses des végétaux sont aussi transformées en pierre ou passées à l'état charbonneux des lignites et des houilles.

218. *Leur division en systèmes.*—Si nous examinons ensuite ces corps sous le rapport de leur position, nous remarquerons que plus on s'enfonce dans l'écorce du globe, plus le changement de composition devient complet, et plus les espèces deviennent différentes de celles qui vivent actuellement. De manière que chaque système de couches est, pour ainsi dire, caractérisé par des fossiles particuliers, et que chaque fois que deux systèmes se trouvent posés l'un sur l'autre, sans annoncer l'effet d'un bouleversement ou d'un

déplacement accidentel, les fossiles du système inférieur annoncent un ordre de choses plus différent de l'état actuel que ceux du système supérieur.

219. *Système des espèces actuelles.*— C'est ainsi que les débris des espèces vivantes se rencontrent avec des restes de l'industrie humaine dans les parties superficielles de l'écorce du globe, soit qu'ils se trouvent enfouis dans des dépôts meubles, soit qu'ils se trouvent incrustés dans le petit nombre de dépôts cohérents qui se forment sous nos yeux.

220. *Système des éléphants.*—Dans d'autres dépôts qui sont aussi ordinairement meubles, et qui existent immédiatement au-dessous des premiers, on remarque des débris qui n'appartiennent plus aux espèces vivantes, mais qui ordinairement en diffèrent très-peu, et se rangent, pour la plupart, dans des genres connus ou très-rapprochés des genres connus : ce sont principalement des éléphants, des rhinocéros, des hippopotames, des ours, des hyènes, des chevaux, des cerfs, des bœufs, qui ne se distinguent que par la taille ou par d'autres circonstances peu importantes des espèces qui vivent actuellement, soit sur les lieux, soit sous la zone torride. Ces débris ne font, pour ainsi dire, que commencer à passer à l'état fossile. Les parties solides des animaux, telles que les os et les coquilles, conservent encore une partie de la gélatine qui entrait dans leur composition primitive. On a même trouvé dans des contrées froides de la Sibérie des cadavres de ces animaux qui avaient conservé leurs poils, leurs peaux et leurs chairs.

221. *Système des mastodontes.* — Dans les couches qui suivent immédiatement, on voit diminuer ceux de ces animaux dont les genres sont les plus communs maintenant, et l'on voit augmenter le nombre de ceux qui appartiennent à des genres qui n'existent plus, tels que les mastodontes, les dinothères, les lophiodontes, les anthracothères, les ziphies, etc.

222. *Système des paléothères.* — Plus bas encore les genres actuels sont presque entièrement disparus; ceux qui s'en rapprochent sont moins abondants, et la classe des mammifères se trouve presque entièrement représentée par des paléothères, des anoplothères, des chéropotames, des dichobunes et d'autres pachydermes très-différents de nos animaux actuels, et qui ne se rapprochent que de certains genres anomaux qui restent, en quelque manière, sur la terre, pour lier les temps anciens avec les temps modernes.

223. *Système des grands sauriens.*— En dessous de ce système on ne voit plus, ou presque plus, de mammifères ; mais les animaux vertébrés sont encore représentés par d'énormes reptiles, tels que les mégalosaures, les mosasaures, les géosaures, les téléosaures, les ichtiosaures, les plésiosaures, les ptérodactyles, dont les uns ont des dimensions si gigantesques qu'elles surpassent tout ce que la zone torride nous offre maintenant de plus développé, et dont les autres nous présentent des formes si différentes de ce que nous voyons autour de nous, que, si des squelettes presque entiers n'étaient venus

confirmer, dans ces derniers temps, les prévisions des anatomistes, on croirait encore que des imaginations malades pouvaient seules concevoir l'existence de semblables êtres; ces débris de reptiles sont accompagnés d'une immense quantité de coquilles, dont quelques-unes, telles que les ammonites et les bélemnites, diffèrent tant de ce qui existe actuellement, que les naturalistes ont beaucoup de peine à être d'accord sur la manière dont leurs animaux les portaient. Les végétaux qui accompagnent ces débris d'animaux annoncent aussi un ordre de choses très-différent de ce qui se passe maintenant, mais qui se rapproche beaucoup plus de ce qui a lieu sur les côtes des mers équatoriales que de ce qui existe dans nos zones tempérées.

224. *Système des trilobites et des fougères.*—Enfin, si l'on descend encore plus bas, on ne voit plus de restes de reptiles, mais on rencontre des animaux, tels que les trilobites, dont des formes s'éloignent davantage encore des types actuels. On trouve en même temps une grande quantité de plantes qui annoncent une force de végétation bien supérieure à ce qui a maintenant lieu dans les savanes les plus chaudes de la zone torride, et qui présentent des espèces et des genres actuellement inconnus, appartenant presque exclusivement à la classe des cryptogames vasculaires, si peu nombreuses maintenant en comparaison des phanérogames *.

* Je me sers de la nomenclature de M. Adolphe Brongniart, l'un des botanistes qui a poussé le plus loin la science encore naissante des végétaux de l'ancien monde.

CHAPITRE III.

DE LA DIVISION DES TERRAINS.

225. *Définition des terrains.*—Les diverses roches qui constituent l'écorce solide de notre planète, ne se mêlent point arbitrairement les unes avec les autres ; leur arrangement suit, au contraire, des règles telles que quand on voit une roche, on peut supposer qu'elle est accompagnée, suivie ou précédée par d'autres roches qui présentent des caractères particuliers ; ce qui donne naissance à des associations que nous nommons *terrains** ; mais la détermination

* De même que M. Brongniart, j'ai préféré le nom de *terrain* à celui de *formation*, que l'on emploie aussi dans un sens analogue, parce que cette dernière dénomination emporte avec elle, sur le mode ou sur l'époque de formation, des idées précises qui me paraissent peu compatibles avec les incertitudes où nous sommes encore sur ces questions, tandis que la première peut être entendue comme n'exprimant que des rapports moins nettement caractérisés. Par la même raison, j'ai cru devoir conserver ce nom de terrains à toutes les coupes qui figurent dans ma classification, soit que ces coupes jouent le rôle de classes, d'ordres, de familles, de genres, d'espèces, ou de variétés ; parce que cette uniformité de dénomination et cette subdivision continuelle de terrains en terrains me paraissent plus propres à exprimer l'état actuel de la science et le peu d'importance que l'on doit attacher à ces classifications, qui n'ont, en général, d'autre but que de nous faciliter les moyens de saisir l'ensemble des faits et de conserver le souvenir de ce que nous avons appris.

Du reste, quelle que soit la latitude que je laisse au sens du mot *terrain*, il emporte toujours avec lui une idée géologique déterminée, qui rend son application difficile lorsqu'il s'agit de matières sur lesquelles on ne possède pas les notions nécessaires pour les faire rentrer dans l'une ou dans l'autre des coupes établies, ou lorsque l'on veut désigner des réunions ou des subdivisions qui ne cadrent pas avec ces coupes, et alors je me servirai des mots plus indéterminés de *dépôts*, *massifs* et *assises*, dont il est bon que j'indique ici le sens.

L'acception que je donne au mot *dépôt* ne diffère en quelque manière de celle attribuée au mot terrain, que parce qu'elle se rapporte uniquement à l'objet dont on parle, sans se rattacher à aucune considération tirée de la classification, de la nature des matières, de l'époque ou du mode de formation. A la vérité, on entend souvent par dépôt le résultat d'une déposition,

de ces associations est d'autant plus difficile, qu'elles résultent du mode et de l'époque de formation des roches, ainsi que des déplacements que celles-ci ont éprouvés depuis leur formation; circonstances qui, pour une grande partie de l'écorce du globe, ne nous sont connues que par des hypothèses, ainsi que nous l'exposerons dans le livre suivant.

226. *Liaison des terrains entre eux.*—D'un autre côté, la série des terrains présente les mêmes liaisons que l'on remarque dans la série des êtres organiques; et, de même, par exemple, que la différence entre les végétaux et les animaux n'est nettement tranchée, qu'autant que l'on fasse abstraction des êtres qui se trouvent vers les points de contact de ces deux règnes, un terrain ne se distingue d'un autre, qu'autant qu'ils ne se touchent pas dans la série naturelle, soit que l'on fasse, par la pensée, abstraction des intermédiaires, soit que des circonstances accidentelles aient interrompu, dans certains lieux, la continuation du travail de la nature; car, lorsque l'on passe d'un terrain à un autre, sans que cette interruption ait eu lieu, on voit toujours les roches qui forment le caractère principal du premier de ces groupes commencer à alterner avec celles qui caractérisent le second, et celles-ci devenir successivement plus abondantes à mesure que les autres diminuent ou cessent tout à fait.

Il résulte de cet état de choses que toutes les divisions que l'on a établies

c'est-à-dire, d'une précipitation qui s'est opérée dans un liquide ou dans un autre fluide; mais cette manière de voir, tout à fait géogénique, rendrait ce mot d'une application plus difficile encore que celui de terrain, attendu qu'il est beaucoup de parties du globe dont le mode de formation est douteux et qui peuvent avoir été formées par la coagulation, aussi bien que par la précipitation. Il me paraît donc préférable de ne laisser aucune idée géogénique au mot dépôt, et de ne l'employer que pour désigner une certaine quantité de matières qui se trouvent *déposées*, c'est-à-dire *placées*, dans une partie quelconque de l'écorce du globe, quelle que soit la manière dont cette mise en place ait eu lieu.

Le mot *assise* représente pour moi un rapport de position, attendu que je l'applique seulement à des matières qui se trouvent placées dessus ou dessous d'autres matières qui s'en distinguent par une considération quelconque, tandis que le mot dépôt n'exprime aucune idée de position et peut aussi bien exprimer des choses placées à côté l'une de l'autre que l'une au-dessus de l'autre.

Quant au mot *massif*, je l'emploie avec plusieurs autres naturalistes, et à défaut d'un mot plus spécial, pour désigner l'ensemble d'un terrain ou d'une réunion de terrains qui détermine le caractère d'une contrée. C'est ainsi que je dis que Paris se trouve dans un grand massif tériaire, où l'on distingue des massifs nymphéens, tels que la Beauce et la Brie, et des massifs tritoniens, tels que la forêt de Fontainebleau et le Laonnais.

On emploie aussi quelquefois le nom de *bassin* dans un sens analogue à celui que je viens d'assigner à celui de massif; c'est ainsi que l'on dit le *bassin de Paris* pour le massif tériaire dans lequel cette capitale est placée; mais comme le mot bassin rappelle involontairement l'idée d'un espace dont les bords sont plus élevés que le milieu, et qu'on l'emploie aussi dans ce sens, tant en géographie (18) qu'en géognosie (206), je ne m'en servirai dans l'autre sens que dans les cas particuliers où il est consacré par l'usage.

pour classer les terrains, ont éprouvé beaucoup de variations, et que, loin d'être d'accord à ce sujet, chaque géologiste a, pour ainsi dire, sa méthode particulière.

227. *Classifications suivies dans ce livre.*—Donnant la préférence à celles de ces méthodes qui accordent la prééminence au mode de formation, nous divisons en premier lieu toute l'écorce solide du globe en deux grandes classes; celle des *terrains neptuniens* et celles des *terrains plutoniens;* dénominations qui se rapportent aux modes généraux de formation qui seront développés dans le livre suivant. Nous subdivisons ensuite chacune de ces classes en ordres, qui se rapportent à des époques successives de formation. Les ordres sont de leur côté subdivisés en groupes, pour l'établissement desquels nous n'avons pu prendre de règle fixe, de sorte que ces groupes sont quelquefois déterminés par le mode de formation, d'autres fois par l'âge, ou, pour parler le langage purement géognostique, par leur position relative, et, d'autres fois, par la nature ou les propriétés physiques des roches dominantes; ce qui nous a donné les 22 groupes portés à la 3e colonne du tableau ci-joint. Quant à la subdivision des groupes, il nous a encore été plus difficile d'adopter un système régulier de classification, et quoique nous ayons souvent divisé les groupes en étages, ceux-ci en systèmes et ces derniers en membres ou modifications principales, il y a plusieurs groupes dans lesquels cette marche n'a pu être appliquée, ainsi qu'on le verra par les descriptions particulières qui feront le sujet du chapitre suivant.

Mais avant de passer à ces descriptions, il est bon de faire connaître quelques divisions qui se rattachent à d'autres systèmes de classification, ou à l'existence de certaines propriétés communes, et dont nous ferons quelquefois usage pour éviter des longueurs ou l'emploi de termes plus ou moins hypothétiques.

228. Les plus importantes de ces coupes sont celles qui tirent leur origine des classifications qui accordent la prééminence à l'époque de formation, et d'après lesquelles on divise toute l'écorce du globe en *terrains primordiaux* et *terrains secondaires.* Ce mode de division étant quelquefois très-utile, surtout par la réunion qu'il opère de terrains qui ont beaucoup de rapports entre eux, et qui cependant se trouvent séparés par la division en terrains neptuniens et plutoniens, nous avons cru devoir la faire concorder avec cette dernière classification, et à cet effet nous avons restreint la classe des terrains secondaires à nos trois premiers ordres neptuniens. Nous avons étendu la classe des terrains primordiaux de manière à comprendre le 4e ordre neptunien et le 1er ordre plutonien. Enfin nous avons établi une troisième petite classe avec le dernier ordre plutonien, sous le nom de *terrains pyroïdes.* Cette méthode accessoire est représentée à la 4e colonne du tableau mentionné ci-dessus.

Considérés de cette manière, on peut dire que les *terrains secondaires* ont pour caractères principaux d'être assez régulièrement stratifiés, d'être généralement composés de roches calcareuses, quartzeuses et argileuses, à textures massives, conglomérées ou meubles, et de renfermer beaucoup de fossiles, parmi lesquels on trouve des débris d'animaux à respiration aérienne. Les *terrains primordiaux* sont, au contraire, principalement composés de roches à textures cristallines; ils sont presque toujours traversés par de nombreux filons; une partie n'est pas stratifiée, et ceux qui sont en couches distinctes présentent presque toujours une stratification inclinée; les fossiles ne se trouvent que dans une portion moins considérable encore, et ces fossiles appartiennent presque exclusivement à des végétaux ou à des animaux aquatiques. Quant aux *terrains pyroïdes*, ils se distinguent des terrains secondaires par l'abondance des roches feldspathiques, albitiques et pyroxéniques, et des terrains primordiaux, parce qu'ils se présentent exclusivement en dykes, en culots, en coulées, ou en couches superficielles peu étendues.

229. On divise aussi l'écorce solide du globe en *terrains de sédiment* et *terrains de cristallisation :* division qui s'écarte peu de celle que nous avons adoptée, parce que les terrains neptuniens comprennent en général tous les terrains de sédiment, et que les terrains plutoniens sont ordinairement considérés comme terrains de cristallisation; mais il est à remarquer que le dernier groupe que nous plaçons dans les terrains neptuniens, est aussi réputé terrain de cristallisation.

230. La division en *terrains marins, terrains d'eau douce* et *terrains ignés,* est aussi à peu près la même que celle que nous avons adoptée; car la classe des terrains ignés est absolument la même que notre classe des terrains plutoniens, et les deux autres classes correspondent à nos terrains neptuniens. Ces deux classes tirent leur domination de ce que les fossiles que l'on rencontre dans l'une se rapprochent plus ou moins des êtres qui vivent maintenant dans la mer, tandis que ceux que l'on rencontre dans l'autre, se rapprochent des êtres qui vivent dans les eaux douces ou sur les terres; mais ces dénominations, outre l'inconvénient d'exprimer des idées fort tranchées sur le mode de formation, ont le défaut d'être peu applicables à la partie inférieure des terrains neptuniens, qui souvent ne présente point de corps organisés.

231. On peut encore diviser l'écorce du globe en *terrains cohérents* et en *terrains meubles,* ou en *terrains en place* et en *terrains de transport.* Les deux premières de ces dénominations n'expriment à la rigueur que des modifications de texture; mais comme la partie la plns extérieure de l'écorce du globe est ordinairement formée d'une espèce de pellicule, composée de dépôts meubles, appartenants à divers modes et à diverses époques de formation, on est assez généralement dans l'habitude de désigner ces dépôts

par la dénomination générique de *terrains meubles superficiels.* Quant aux mots de *terrains en place* et de *terrains de transport,* ils se rapportent à l'idée qu'une partie de l'écorce du globe est composée de roches demeurées à la place où elles ont été formées, tandis qu'une autre partie est composée de fragments et de débris transportés d'un autre lieu *.

* *Considérations à l'appui de cette division.* — Quoiqu'il n'entre pas dans le plan de cet ouvrage, purement élémentaire, de se livrer à des discussions pour soutenir les opinions que l'on y a suivies, ni de donner des détails historiques sur celles qui ont été successivement abandonnées, ou qui sont encore admises par d'autres géologistes, il est indispensable que je présente ici quelques explications sur la méthode que j'ai adoptée, et que je justifie quelques différences qu'elle offre avec d'autres méthodes plus généralement suivies.

Ancienne division en terrains primitifs et secondaires. — Quand on eut constaté qu'il y avait des parties de l'écorce solide du globe qui renfermaient des corps organisés, on sentit que cette écorce n'avait point été formée d'un seul jet, puisque, indépendamment des dépôts postérieurs à l'apparition des êtres vivants, il devait en exister d'autres formés antérieurement, qui avaient, pour ainsi dire, servi de base solide aux premiers végétaux et aux premiers animaux. On établit dès lors une grande classification chronologique, et on distingua les terrains en *primitifs* et *secondaires*, c'est-à-dire antérienrs et postérieurs à l'existence des êtres vivants. D'autres observations amenèrent des divisions plus compliquées, et on augmenta successivement le nombre des classes; mais alors on éprouva le désir de ravoir une division principale qui permît de désigner une grande partie de l'écorce du globe; et, de même que la subdivision des genres de Linnæus a amené les zoologistes à reprendre ces mêmes genres comme des familles, la multiplicité des classes géologiques m'a porté, ainsi que plusieurs autres naturalistes, à ne considérer ces classes que comme des ordres, et à revenir, pour les grandes coupes, à la division binaire; mais, pensant que les terrains que l'on appelle de transition s'associaient mieux avec les terrains primitifs qu'avec les terrains secondaires, je les avais rangés dans la première classe en substituant au mot *primitif,* celui de *primordial*, que l'on pouvait entendre dans un sens plus large et qui peut être opposé à *secondaire,* en rendant ces mots comme les simples équivalents de *plus ancien* et de *plus nouveau.*

Inconvénients de la méthode chronologique. — Mais ce mode de division, étant purement chronologique, faisait abstraction du mode de formation, et cette dernière circonstance ayant beaucoup plus influé sur les caractères des masses minérales que l'époque de leur formation, il en est résulté que les rapports naturels étaient rompus par toutes les classifications chronologiques. Aussi, tout en proclamant l'ordre chronologique comme base de la méthode, on s'en écartait toujours plus ou moins dans la pratique. C'est ainsi que, dans les divisions qui admettaient plus de deux classes, on voyait presque toujours, à côté des classes basées sur l'ordre chronologique, une classe (celle des terrains volcaniques) fondée sur le mode de formation. C'est ainsi que, dans les classes fondées sur l'ordre chronologique, on a toujours fait des subdivisions qui intervertissaient cet ordre en faveur des rapports naturels; car les partisans les plus exclusifs de la méthode chronologique ont, par exemple, toujours fait deux divisions distinctes des tourbes et des tufs modernes, plutôt que de faire des subdivisions chronologiques qui auraient également renfermé des parties de l'un et de l'autre de ces dépôts. Cependant, en agissant de cette manière, ils séparent une assise de tourbe d'un dépôt de tuf qui lui est contemporain, pour la réunir à une autre assise tourbeuse, qui est trois ou quatre mille ans plus ancienne.

Division en deux classes, d'après le mode de formation. — Ces inconvénients de l'ordre chronologique auraient sans doute porté depuis longtemps à faire primer la division par mode de formation, si l'on n'avait pas été arrêté d'un côté par les incertitudes sur l'origine de certaines roches, et de l'autre par l'opinion où l'on a été longtemps, que les roches, formées de la manière que les chimistes appellent par la *voie sèche*, étaient dans une proportion infiniment moindre que celles formées par la *voie humide*. Mais le développement que l'on a cru pouvoir attribuer, dans ces derniers temps, à la première de ces origines, porte maintenant plusieurs géologistes à prendre le mode de formation pour premier point de départ de leurs divisions; d'où l'on a fait la classe des ***terrains stratifiés*** ou formés par l'eau, et celle des ***terrains non stratifiés*** ou formés par le feu; classes que l'on désigne ordinairement par les dénominations plus courtes de ***terrains neptuniens*** et de ***terrains plutoniens***. Cette marche donnant des résultats beaucoup plus naturels, et permettant d'établir une méthode de classification plus rationnelle que celle qui prenait l'ordre chronologique pour point de départ, j'ai cru devoir l'adopter.

Subdivision en ordres. — Cette première coupe étant établie, il s'agissait de passer à des divisions d'un rang inférieur; et, sous ce rapport, je ne voyais aucun inconvénient à prendre, comme division de second rang, la plupart des coupes chronologiques dont on se servait habituellement sous le nom de classes; car, outre l'avantage de conserver le plus que possible des divisions usitées, il était indispensable de corriger ce qu'il y a d'hypothétique dans la division en terrains neptuniens et plutoniens, par une subdivision fondée sur une base moins difficile à saisir, et l'expérience avait, pour ainsi dire, prouvé que l'on ne pouvait parvenir à un résultat naturel qu'en combinant les considérations tirées du mode et de l'époque de formation; car, de même que je disais tout à l'heure que personne n'avait jamais pensé à faire avec les tourbes et les tufs des coupes qui, en confondant ces deux natures de dépôt, les subdivisassent par époque de formation, on n'a pas rangé non plus, dans une même division géologique, toutes les tourbes, tous les lignites, toutes les houilles et toutes les anthracites, quoique la plupart des naturalistes aient vu beaucoup d'analogie dans le mode de formation de ces roches.

J'ai cru, en conséquence, devoir prendre pour premier point de départ de mes ordres, ou divisions de second rang, les six classes de la méthode qui a été le plus généralement suivie dans le commencement de ce siècle; classes que l'on désignait ordinairement par les noms de terrains primitifs, de terrains de transition, de terrains secondaires, de terrains tertiaires, de terrains de transport et de terrains volcaniques; mais la délimitation de quelques-unes de ces coupes et la dénomination de presque toutes m'ont paru présenter des inconvénients que je vais successivement signaler, en indiquant en même temps les changements que j'ai proposé d'y opérer.

Terrains agalysiens. Terrains hémilysiens. — D'abord les deux premières de ces divisions, celle des terrains primitifs et celle des terrains de transition, réunissent chacune des roches qui appartiennent à mes deux grandes classes; ce qui exige, en premier lieu, de dédoubler chacune de ces deux divisions. Or, lorsque l'on a opéré cette séparation, on obtient, d'une part, des roches neptuniennes, et, d'autre part, des roches plutoniennes, qui ont tellement de rapports entre elles, que leur subdivision en quatre ordres paraît tout à fait inutile. J'ai donc cru devoir continuer à n'en faire que deux ordres; mais les noms de terrains primitifs et de terrains de transition ne pouvant plus s'associer avec ce nouvel arrangement, qui n'avait rien de chronologique, j'ai donné à mes deux nouveaux ordres les noms de ***terrains agalysiens*** (dissous), et de ***terrains hémilysiens*** (demi-dissous), que M. Brongniart a employés en 1827 pour désigner des coupes qui correspondaient à peu près à celles que j'adopte. A la vérité, dans son travail de 1829, M. Brongniart a changé l'application de

ces deux mots, en rangeant les plus importants de ses terrains agalysiens dans sa nouvelle classe des terrains plutoniques; mais, comme ces deux dénominations s'appliquent très-bien à mes deux ordres, le premier étant généralement composé de roches plus cristallines que le second, il m'a paru qu'il valait mieux s'en servir que d'en créer de nouvelles.

Je ferai remarquer, avant de quitter ces deux ordres, que j'ai pensé, avec plusieurs géologistes actuels, que le terrain houiller devait être placé dans les terrains de transition, ou hémilysiens de ma nomenclature, plutôt que dans les terrains secondaires, où il est rangé par d'autres.

Terrains ammonéens. Terrains tériaires. — Les noms de terrains secondaires et de terrains tertiaires sont très-vicieux, puisqu'ils indiquent les 2ᵉ et 3ᵉ divisions, tandis qu'on les applique aux 3ᵉ et 4ᵉ. J'ai cru, en conséquence, pouvoir remplacer le nom de terrain secondaire, pris dans le sens qui vient d'être indiqué, par celui de *terrains ammonéens,* qui est destiné à rappeler que ces terrains sont ceux qui renferment le plus abondamment ces animaux, actuellement perdus, que l'on appelle ammonites. Quant aux terrains tertiaires, j'indiquerai, lorsque j'aurai fait connaître l'accroissement que je crois que cette division doit recevoir, les motifs sur lesquels est fondé le nom que je leur assigne.

Terrains modernes.—Le nom de *terrains de transport,* attribué à la cinquième division, n'est pas meilleur que ceux de secondaire et de tertiaire; car, outre que l'on est loin d'y ranger tous les terrains qui ont subi des transports, on est forcé d'y comprendre des dépôts qui annoncent moins de transports que plusieurs de ceux placés dans les autres divisions. D'un autre côté, je pense, avec M. Brongniart, qu'il convient de retirer de cette division le terrain de transport par excellence, celui que j'appelle, avec plusieurs géologistes, terrain diluvien, lequel me paraît mieux placé avec les terrains tertiaires; car, tandis que les autres groupes dits de transport ont été formés dans un état de choses absolument semblable à ce qui existe actuellement, le terrain diluvien a été formé, comme les terrains tertiaires, à une époque où l'état de notre globe était différent de ce qu'il est aujourd'hui, et il doit son origine à des phénomènes qui différaient, au moins par leur intensité, de ceux qui ont lieu maintenant. On objecte à la vérité, contre cette classification, qu'il y a tant de ressemblance entre le terrain diluvien, ou alluvions anciennes, et les alluvions modernes, qu'il est souvent impossible de les distinguer; mais, outre qu'une semblable considération doit céder le pas à celles tirées du mode et de l'époque de formation, je ferai remarquer que des ressemblances aussi fortes existent entre le terrain diluvien et le terrain tertiaire. Ce rapprochement d'une partie des terrains dits de transport avec les terrains tertiaires, combiné avec le peu de puissance des premiers, m'avait porté, en 1813, à ne faire de ces deux divisions qu'un seul ordre, que j'appelais *terrains mastozootiques;* mais ayant senti, depuis, que l'établissement de l'état actuel du globe était une circonstance assez importante pour motiver l'établissement d'un ordre particulier de terrains, j'ai rétabli cet ordre dans ma méthode. On concevra, d'après ce qui vient d'être dit, que je n'ai pas cru, non plus, pouvoir lui donner le nom de *terrain jovien,* employé par M. Brongniart pour une division qui ne diffère pas beaucoup de la mienne, parce que cet ordre étant une dépendance de ma classe des terrains neptuniens, il eût été inconvenant de faire de Jupiter un sujet de Neptune; j'ai en conséquence désigné cet ordre par le nom de *terrains modernes,* imitant en cela les historiens qui font commencer l'*histoire moderne* à l'époque où la plupart des États politiques actuels ont été établis.

Quant à l'ordre précédent qui, tel que je le limite, est composé du terrain diluvien et des terrains tertiaires, le nom de terrains mastozootiques peut toujours lui convenir, puisque c'est dans ces groupes qu'ont été trouvés les débris de grands mammifères qui ont si puissamment contribué aux progrès de la géologie, et que d'ailleurs les débris de ce genre sont rares dans les terrains modernes, parce qu'en général ils se forment si lentement, que les

restes d'animaux se décomposent plutôt que de passer à l'état fossile, cependant, la dénomination de terrains mastozootiques ayant l'inconvénient d'être longue et difficile à prononcer, je l'ai remplacée par celle de *terrains tériaires*, qui ne diffère pas sensiblement de celle de terrains tertiaires, à laquelle on est habitué, et que l'on peut cependant considérer comme dérivée de *therium*, ce qui lui donne à peu près la même signification que celle de mastozootique.

Terrains pyroïdes. — Le nom de *terrains volcaniques*, adopté par opposition aux cinq divisions qui précèdent, présente aussi des inconvénients; car on est obligé d'y comprendre, outre les produits volcaniques proprement dits, les trachytes et les basaltes, dont le mode de formation, quel qu'il puisse être, n'est pas absolument le même que celui des produits de nos volcans; j'ai donc cru devoir remplacer cette dénomination par celle de *terrains pyroïdes*, destinée à rappeler que tous ces terrains ont des caractères extérieurs qui les rapprochent des matières minérales qui ont subi l'action du feu; mais il ne faut pas perdre de vue, à cet égard, que le nom de *pyroïde*, c'est-à-dire qui ressemble aux produits du feu, est très-différent de celui de *pyrogène*, ou engendré par le feu; lequel tendrait à indiquer que cet ordre contient tous les terrains auxquels on attribue une origine ignée.

Disposition sériale des terrains.—Le rang dans lequel je viens d'indiquer ces six ordres, d'après l'usage ancien, ne pouvant plus être conservé, puisque des deux ordres plutoniens, l'un se trouve au commencement, l'autre à la fin de la série, il s'agissait de lui en substituer un autre.

Plusieurs géologistes, voulant concilier l'ordre chronologique avec la grande division d'après le mode de formation, ont imaginé, dans ces derniers temps, de placer, sous le nom de *terrains hors de série*, les terrains plutoniens à côté des terrains neptuniens, au milieu desquels ils se trouvent intercalés; mais cette marche a aussi, selon moi, plusieurs inconvénients; car, en voulant donner, de cette manière, une espèce de représentation graphique de la position des terrains, on est dans le cas de devoir répéter un grand nombre de fois les noms des terrains plutoniens, puisque ceux de ces terrains qui, poussés de bas en haut, ont atteint les terrains supérieurs, doivent aussi se trouver intercalés dans les terrains inférieurs. D'un autre côté, une semblable représentation n'a pas la simplicité que l'on exige d'une classification, et elle a l'air de mettre à la simple énumération des matières qui composent l'écorce du globe, une prétention d'exactitude que la complication de cette écorce et l'insuffisance de nos moyens d'instruction à ce sujet, ne nous permettront jamais d'atteindre.

Il m'a paru, d'un autre côté, qu'il y avait un moyen de pouvoir concilier, jusqu'à un certain point, la division par mode de formation, avec la disposition en une série unique, qui donnât une idée de l'ordre dans lequel les terrains sont disposés dans l'écorce solide du globe. Ce moyen consiste à placer d'abord les terrains neptuniens dans l'ordre si heureusement introduit par les géologistes anglais, c'est-à-dire, de haut en bas, et de les faire suivre par les terrains plutoniens, disposés dans un ordre inverse; c'est-à-dire, de commencer par les granites que nous voyons se lier avec les plus inférieurs des terrains neptuniens, de prendre successivement les autres groupes à mesure qu'ils sont en contact avec les terrains plus élevés dans la série neptunienne, et de finir par le terrain volcanique que nous voyons venir se poser sur les terrains les plus modernes. Or, je dis que, malgré cette dernière circonstance, l'ordre de structure du globe est moins interverti dans cette classification que dans toutes les autres; car on est assez généralement d'avis aujourd'hui que les produits des volcans ne sont pas le résultat de la fusion des roches que nous voyons à la surface de notre globe; mais que ce sont des matières poussées de dessous ces roches. De sorte que, si, en plaçant ces terrains dans mon tableau en dessous de toutes les autres roches, je n'exprime pas la position réelle des parcelles qui sont parvenues à nos yeux, j'exprime au moins

la position des grandes masses, dont nous supposons que ces parcelles ont été détachées.

Considérations sur la méthode accessoire. — Au surplus, quels que soient, sous le rapport rationnel, les avantages de la division en terrains neptuniens et plutoniens, je ne dissimule pas, ainsi qu'on l'a vu ci-dessus, qu'elle a l'inconvénient d'obliger de se servir à chaque instant d'une dénomination qui se prononce sur une question qui, de sa nature, demeurera toujours hypothétique, savoir le mode de formation des granites et des porphyres; mais j'ai cru parer, jusqu'à un certain point, à cet inconvénient, en conservant, comme méthode accessoire, ainsi qu'on l'a vu ci-dessus, la division en terrains secondaires et terrains primordiaux; division que j'ai adaptée à l'ordre sérial naturel que je viens de proposer, en y ajoutant, par forme d'appendice, une troisième petite classe, composée des terrains pyroïdes, lesquels ne sont en effet ni primordiaux, ni secondaires; car, si d'un côté la position où nous les voyons les a souvent fait ranger parmi les terrains secondaires, l'origine que nous leur supposons les rend, pour ainsi dire, *plus primitifs* que les terrains primitifs proprement dits.

Subdivision en groupes spéciaux. — Les classes et les ordres étant établis, il s'agissait de passer aux divisions de troisième rang, et ce que j'ai dit ci-dessus a pu faire sentir qu'il convenait de reprendre, dans les limites établies par les divisions de second rang, les considérations tirées du mode de formation; car j'ai déjà fait remarquer qu'il serait absurde de vouloir, par exemple, dépecer chacun des dépôts de tourbe et de tuf pour réunir ensuite des parcelles de chacun de ces dépôts dans l'ordre de leurs époques de formation. Aussi, en appliquant ce mode de subdivision aux terrains modernes, dont l'histoire mieux connue se prête facilement à un arrangement systématique, j'ai obtenu des coupes qui, non-seulement sont naturelles, mais qui ont, en outre, l'avantage de correspondre avec celles employées dans l'usage vulgaire. C'est d'après ces principes que j'ai divisé les terrains modernes en cinq groupes contemporains, dont le premier renferme des dépôts formés par des animaux; le second, des dépôts formés par des végétaux; le troisième, des dépôts formés par l'action mécanique des eaux atmosphériques; le quatrième, des dépôts formés par l'action mécanique des eaux répandues à la surface de la terre; et le cinquième, des dépôts formés par l'action chimique des eaux qui sortent du sein de la terre.

Les terrains tériaires laissant encore entrevoir, quoique d'une manière hypothétique, les circonstances principales de leur formation, j'ai pu aussi y appliquer le même principe, et je les ai divisés en trois groupes que je suppose avoir été respectivement formés, savoir : le premier, par l'action mécanique d'eaux violemment agitées; le second, par l'action, plus souvent chimique que mécanique, d'eaux douces, et le troisième par l'action, aussi plus souvent chimique que mécanique, d'eaux salées.

Quant aux terrains ammonéens, nous n'avons plus de moyens d'y établir des divisions fondées sur le mode de formation, de sorte que j'ai dû me borner à y faire, ou plutôt à choisir, parmi les coupes que l'on a déjà établies, une division en cinq groupes, qui sont uniquement supposés représenter cinq époques successives de formations.

Si nous passons maintenant aux terrains hémilysiens, nous trouverons que non-seulement les circonstances relatives au mode de formation nous échappent, mais que celles relatives à l'époque deviennent fort hypothétiques; aussi est-on loin d'être d'accord sur l'âge relatif des diverses associations de roches qui les composent. J'ai cru toutefois pouvoir y établir quatre groupes que l'on est dans l'habitude de considérer comme correspondant à quatre époques successives; mais je n'oserais assurer que cette manière de voir soit exacte, et il ne serait point impossible que ces groupes se rapportassent à des rapprochements de composition plutôt qu'à une série chronologique.

Le mode de formation des terrains agalysiens étant, comme je l'ai déjà indiqué, tout à fait

8.

hypothétique, et toutes les associations de roches rangées dans cet ordre présentant de grands rapports de composition, et étant souvent intercalés l'une dans l'autre, il paraît difficile d'y trouver un bon mode de division; je me suis en conséquence borné à ranger, selon l'usage le plus ordinaire, dans un premier groupe les roches qui ont ordinairement la texture granitoïde, et dans un second groupe celles qui ont ordinairement la texture porphyroïde; et sans prétendre qu'une division aussi empirique soit la meilleure, je dirai qu'elle semble correspondre avec l'ordre chronologique, les roches du second gronpe paraissant avoir été consolidées après celles du premier.

La subdivision des terrains pyroïdes présentait aussi des difficultés; car si, d'un côté, les rapports minéralogiques avaient déjà porté à établir trois groupes, selon que les basaltes, les trachytes et les téphrines paraissent dominer, il n'est pas encore démontré que l'on puisse attacher quelques considérations géologiques à ces trois groupes, du moins pour les deux premiers, qui sont probablement contemporains.

Le choix des dénominations à donner à ces vingt-deux groupes me paraissait plus difficile que leur établissement; car on a pu voir, par les irrégularités que présente le système de division exposé ci-dessus, qu'il était à peu près indifférent que je choisisse d'autres coupes parmi les diverses méthodes en usage, puisque toutes ces méthodes arrivent au même résultat, la connaissance de ce qui existe dans la nature, et qu'il est assez indifférent que telle association de roche soit présentée comme une division de troisième ou de quatrième rang. L'objet important est d'en faire connaître les caractères. Mais il n'en est pas de même de la nomenclature, attendu que la plupart des anciennes nomenclatures présentent beaucoup de défauts, et ont donné matière à beaucoup d'erreurs. —*Défauts des anciennes nomenclatures.*—On sent, en effet, que la nomenclature géologique devrait être uniquement fondée sur le mode ou l'époque de formation des roches; mais le peu de connaissances positives que nous avons sur ces phénomènes, et la circonstance que des roches, formées à la même époque et sous des conditions générales absolument semblables, présentent de grandes différences dans leur nature et dans leurs caractères, rendent l'application de ce principe bien difficile, lorsqu'il s'agit de l'adapter aux divisions inférieures, qui sont toujours moins arbitraires; aussi la plupart des auteurs, tout en appliquant des dénominations purement géologiques aux grandes coupes, se sont-ils souvent bornés à désigner les groupes de rang inférieur par les noms d'une roche dominante, et cette espèce d'inconséquence a donné lieu à beaucoup de confusion, parce que l'on est à chaque instant dans le cas de ne pas savoir si l'on parle d'un terrain ou d'une roche.—*Principes de la nominature adoptée dans cet ouvrage.* — J'aurais donc désiré de pouvoir donner une classification et une nomenclature des terrains qui fussent exclusivement géologiques; mais, outre que je ne me crois pas le talent nécessaire pour opérer une semblable réforme, l'incertitude où l'on est encore sur le mode de formation et sur l'âge relatif d'un grand nombre de terrains, ainsi que les différences de nature qui existent souvent entre des terrains formés à la même époque et de la même manière, ne permettraient pas d'établir une nomenclature en harmonie avec le principe énoncé ci-dessus, sans obliger de créer une foule de dénominations qui occasionneraient de nouveaux embarras en compliquant les synonymies. Je ne pouvais cependant pas admettre dans mon système de nomenclature des dénominations qui m'eussent mis dans le cas de dire que le *calcaire des Alpes n'est composé que de grès dans les Vosges.*

J'ai cherché à éviter ce double inconvénient en adoptant une espèce de terme moyen, qui consiste à donner seulement aux divisions de troisième rang, c'est-à-dire, aux groupes que je viens d'indiquer, une dénomination adjective purement géologique, ou du moins susceptible d'être prise dans un sens exclusivement géologique, et de laisser aux subdivisions de rang inférieur l'un ou l'autre des noms sous lesquels on les désigne le plus communément

l'inconvénient des noms minéralogiques me paraissant un peu diminué par la faculté de leur adjoindre, lorsqu'il était nécessaire, la dénomination adjective de la division de troisième rang; mais quelque réservé que j'eusse été, ainsi qu'on vient de le voir, dans l'établissement de ces groupes, il y en avait pour lesquels je ne trouvais pas de dénominations géologiques en usage qui pussent s'appliquer, et quelquefois, au lieu d'en créer, j'ai continué à faire dériver le nom du terrain de celui de la roche principale, en prenant pour guide l'usage déjà introduit pour quelques groupes, c'est-à-dire, de ne se servir des noms de roches, pour désigner un groupe de terrain, qu'en leur donnant une terminaison adjective, ce qui rend le contre-sens moins fort. En effet, quand nous disons que le *terrain houiller de telle localité ne contient pas de houille*, notre oreille n'est point choquée, et nous concevons à l'instant que l'on trouve dans cette localité les roches qui accompagnent ordinairement la houille, mais que celle-ci n'y a pas encore été observée.

C'est d'après ces principes généraux et quelques considérations spéciales que je ferai connaître en traitant des groupes en particulier, que j'ai adopté les vingt-deux dénominations portées dans le tableau mentionné ci-dessus. On remarquera que parmi ces noms il y en a plusieurs qui sont tirés de l'une des roches qui se font particulièrement remarquer dans celles qui constituent le groupe. Mais on ne doit pas perdre de vue que cette roche peut manquer tout à fait dans certains lieux, et qu'elle peut se reproduire dans des associations placées sous d'autres noms : ainsi, de même que j'ai dit tout à l'heure qu'il y avait du *terrain houiller sans houille*, on trouve aussi de la houille dans d'autres groupes que celui que j'appelle terrain houiller. Afin d'éviter toute confusion à ce sujet, on doit avoir soin de ne pas se servir, à la suite du mot terrain, d'une dénomination adjective dans un sens différent de ceux indiqués au tableau. Ainsi, pour suivre l'exemple cité ci-dessus, je dirai, lorsque je voudrai exprimer que la houille se trouve dans diverses associations de roches, qu'il y a plusieurs *terrains à houille*; mais je n'appliquerai jamais le nom de *terrain houiller* qu'à celui désigné sous cette dénomination au tableau, et qui comprend le dépôt de houille le plus important qui a été observé jusqu'à présent.

La ressemblance que l'on trouvera entre mes principes de nomenclature et ceux que M. Brongniart a suivis dans son *tableau des terrains*, publié en 1829, fera dire, peut-être, que, pour éviter de nouvelles synonymies, j'aurais dû m'en écarter moins; et probablement qu'il en aurait été ainsi, si la rédaction de mon travail n'avait pas précédé la publication de celui de M. Brongniart; mais ayant été forcé de créer une méthode particulière, il m'est arrivé ce qui arrive à presque tous les auteurs, c'est-à-dire que je n'ai pu me décider à sacrifier ce que j'avais imaginé. Du reste, la différence principale consistant dans un moins grand nombre de divisions, il m'a paru qu'il n'y avait pas d'inconvénient à présenter une méthode dressée d'après des règles analogues, mais qui, exigeant moins de précision, pût avoir, dans certains cas, l'avantage d'être d'une application plus facile.

Subdivision des groupes spéciaux. — Quant aux subdivisions d'un rang inférieur aux groupes spéciaux, je n'ai pas cru devoir essayer d'y introduire une méthode régulière de classification et de nomenclature. Je me suis donc assez généralement servi du mot *système* pour désigner ces subdivisions, sans y attacher aucune idée autre que celle de présenter une division marquée par quelque caractère particulier, et qui, pour être d'un rang inférieur aux groupes spéciaux, pouvait être quelquefois plus importante et mieux caractérisée que d'autres divisions admises à figurer dans le tableau comme groupes spéciaux. D'un autre côté, l'étendue de quelques-uns de ces groupes ne permettant pas de se borner à une seule subdivision, je me suis aussi servi des mots *étage* et *membre*; mais ces deux mots ne pouvaient pas se prendre dans un sens aussi arbitraire que celui de *système*; surtout celui d'*étage*, qui présente une idée déterminée de position. Mais comme un même étage se compose quelquefois

de parties présentant des caractères très-différents, c'est-à-dire, formant des systèmes particuliers, j'ai cru devoir faire primer les étages sur les systèmes, et considérer, par conséquent, ceux-là comme division du quatrième rang, et ceux-ci comme division du cinquième rang; mais attendu que nous sommes loin d'avoir des connaissances suffisantes pour pouvoir assigner la position géognostique de toutes les subdivisions que l'on peut établir dans les groupes de terrains, j'ai pris pour règle de n'employer le mot étage, non-seulement que quand nos connaissances sur la position relative de ces divisions le permettait, mais encore lorsqu'une subdivision de cinquième rang était nécessaire. Ainsi, lorsqu'on pouvait se passer d'une semblable subdivision, j'ai ordinairement employé le nom de système, qui, par conséquent, représente souvent, pour moi, des divisions de quatrième aussi bien que de cinquième rang. Quant au nom de *membre*, il exprime moins une association qu'une seule espèce de roche qui entre dans la composition d'un terrain quelconque. Cependant, comme on lui donne quelquefois, surtout dans la géognosie allemande, le même sens que celui que la géognosie française attribue au mot *système*, je m'en suis servi aussi dans ce sens lorsque, ayant besoin de subdiviser des systèmes, il convenait d'avoir une dénomination moins indéterminée que les mots *modifications* et *parties*, qui non-seulement doivent conserver une acception tout à fait arbitraire, mais qui, d'un autre côté, n'emportent pas en général l'idée d'une distinction qui ait quelque chose de déterminé. On voit, par ce qui précède, que je n'attache aucune détermination méthodique aux subdivisions des groupes spéciaux; je les prends, au contraire, dans des sens purement relatifs et souvent purement locaux, la géognosie n'étant pas encore assez avancée, et ne devant peut-être jamais être assez avancée, pour que l'on puisse se flatter de pouvoir véritablement *comparer* les relations géognostiques de toutes les roches qui existent dans les diverses parties du globe.

Pour ce qui concerne les dénominations de ces subdivisions, il m'a paru que les étages emportant toujours avec eux des relations de superposition, pouvaient, ainsi qu'on le fait habituellement, être distingués par les épithètes de *supérieur*, de *moyen* et d'*inférieur*; mais ces dénominations de position ne pouvaient être appliquées aux systèmes, soit parce que ceux-ci sont souvent parallèles, au lieu d'être superposés, soit parce que la position relative de plusieurs d'entre eux n'est pas encore connue, soit enfin parce que les dénominations numériques que l'on donnerait à ceux dont la position est connue, seraient dans le cas de devenir inexactes dès que l'on découvrirait dans un autre lieu un nouveau système appartenant au même étage; chose dont on a un grand nombre d'exemples. D'un autre côté, j'ai déjà fait connaître les motifs pour lesquels je ne voulais employer pour ces petites divisions que des noms déjà usités, à moins qu'ils ne consacrassent des idées que des observations postérieures avaient fait reconnaître fausses; mais, comme il y a souvent plusieurs dénominations en usage pour désigner un même système, il convient que je fasse connaître les motifs qui m'ont dirigé dans la préférence à leur accorder. Ces dénominations sont, en général, ou triviales, ou géographiques, ou purement minéralogiques. Les premières, lorsqu'elles ne sont pas trop ridicules, sont, selon moi, les meilleures; aussi voyons-nous, quoiqu'on ait souvent cherché à les proscrire du langage de la science, qu'elles s'y établissent tous les jours davantage, et les noms de *lias*, de *keuper*, de *zechstein*, donnés à certaines couches par les carriers et les mineurs de quelques parties de l'Angleterre et de l'Allemagne, sont connus de tous les géologistes et se trouvent maintenant dans tous les livres. Les noms géographiques sont loin d'être sans inconvénient, et nous éprouvons toujours un sentiment de peine lorsque nous devons dire que le *grès des Vosges est commun dans le Schwarzwald;* mais au moins ces dénominations ne donnent point d'idées fausses, tandis que les dénominations purement minéralogiques sont à chaque instant dans le cas de nous égarer, dès que nous voulons nous en servir dans un sens géognostique, puisque le même étage ou la même

couche sont souvent dans le cas de changer de nature ou de caractères, non-seulement d'une contrée à une autre, mais aussi dans le même lieu. C'est ainsi, par exemple, que quand nous voyons le *grès de Kœnigstein* rangé sous la rubrique de *grès vert*, nous avons beau avoir appris que ce grès est blanc, et que *grès vert* n'est là qu'une dénomination géognostique, il est presque impossible que l'idée d'une nuance verte ne se représente pas à notre imagination; j'ai donc pensé qu'il convenait de préférer les dénominations géographiques à celles purement minéralogiques. D'un autre côté, les géologistes anglais ayant employé beaucoup de noms géographiques, qui souvent ont été reproduits dans les ouvrages français avec leur construction anglaise, il m'a semblé que cette marche devait être adoptée autant que possible, parce qu'elle donne à ces dénominations géographiques l'avantage des dénominations triviales. Du reste, comme les rapprochements de systèmes sont souvent plus ou moins hypothétiques, j'ai pensé qu'au lieu de faire un usage trop fréquent de ces dénominations, prises d'une localité classique, il valait mieux, après avoir fait sentir le rapprochement, se servir habituellement d'une dénomination purement particulière à la localité dont on parle. C'est ainsi qu'en décrivant la Basse-Normandie, je me servirai habituellement de la dénomination de *marne argileuse de Dives;* mais, dans mon tableau de classification, je ne ferai figurer, pour désigner ce terrain, que le nom plus classique d'*Oxford clay*.

C'est d'après ces diverses considérations que j'ai rédigé le tableau placé à la fin de ce volume.

Observations sur les terrains en place et de transport. — Je ferai aussi remarquer que les dénominations de *terrains* ou de *roches en place*, et de *terrains* ou de *roches de transport*, rapportées ci-dessus, et qui ont joué de grands rôles dans la géologie, sont extrêmement vicieuses. La première l'est sous le rapport grammatical aussi bien que sous le rapport géologique; car les corps transportés d'un lieu dans un autre, se trouvent dans la *place* qui leur a été donnée par des phénomènes naturels, aussi bien que ceux qui sont demeurés dans la *place* où ils ont été formés. D'un autre côté, les *roches* que l'on appelle *en place*, sont rarement dans leur *place originaire*; car, ainsi qu'on le verra dans le livre suivant, la plupart de ces roches, notamment toutes celles en couches inclinées, ne sont pas demeurées dans la *place* où elles ont été consolidées. Sans compter que les éléments qui composent toutes les *roches* dites *en place* n'ont pas été formés sur la place où se trouvent ces roches, mais qu'ils y ont été *transportés* de distances plus ou moins éloignées; de sorte qu'à la rigueur toute la différence qu'il y a entre les *roches dites en place* et les *dépôts dits de transport*, c'est que les matières qui composent les premières ont été transportées en fragments assez volumineux, pour que l'on reconnaisse leurs formes antérieures, tandis que les autres ont été transportées dans un état de division qui ne permet plus de reconnaître ces formes antérieures. Or, comme entre l'état de molécules en dissolution complète et celui de gros blocs de roches cohérentes, il y a une infinité de modifications intermédiaires, la distinction entre les terrains en place et les terrains de transport est souvent d'une application impossible.

Du reste, quels que soient les défauts des expressions de *roches en place* ou *de transport*, il est quelquefois impossible de se dispenser d'y recourir; car, si l'expression de *roches en masses*, équivaut souvent à celle de roches en place pour celles qui forment des masses (203), il n'en est pas de même pour les roches en fragments (*Min.* 225); car nous n'avons pas d'autres dénominations pour faire sentir la différence qu'il y a entre le rognon qui se trouve dans la *place* ou du moins dans la *masse* où il a été formé, et celui qui, enlevé de cette masse, a été transporté dans un dépôt postérieur; mais il est à remarquer qu'il ne s'agit dans ces rapports que de considérations purement géogéniques, qui, d'après ce que nous avons déjà dit, doivent demeurer étrangères à la géognosie.

CHAPITRE IV.

DESCRIPTIONS PARTICULIÈRES DES TERRAINS.

PREMIÈRE CLASSE.

TERRAINS NEPTUNIENS.

232. *Caractères généraux.* — Les terrains neptuniens sont généralement stratifiés et principalement composés de roches calcareuses, quartzeuses, argileuses, schisteuses et charbonneuses; ils renferment aussi des roches talciques et micacéques dans celles de leurs parties qui se rapprochent des terrains plutoniens, et, quant aux roches feldspathiques, albitiques et pyroxéniques, qui se rencontrent dans ces terrains, il paraît qu'elles appartiennent, en général, aux terrains plutoniens, qui souvent s'intercalent sous la forme de filons, d'amas ou de coulées dans les terrains neptuniens. Ces derniers recèlent en général beaucoup de corps organisés, du moins dans les assises supérieures; car ces corps ne s'aperçoivent pas dans les assises inférieures.

233. *Division.* — Nous divisons les terrains neptuniens en quatre ordres, qui se rapportent à leur superposition respective, et que nous désignons par les dénominations de *terrains modernes, tériaires, ammonéens* et *hémilysiens*.

PREMIER ORDRE.

TERRAINS MODERNES.

234. *Caractères généraux.* — Les terrains modernes sont principalement caractérisés par la présence des monuments de l'industrie humaine, et par celle de corps organisés semblables à ceux qui vivent actuellement. Les dépôts meubles y sont beaucoup plus abondants que les dépôts cohérents, et ces derniers ne sont, en général, composés que de roches calcareuses.

235. *Division.* — Nous les divisons en cinq groupes, qui se rapportent, ainsi qu'on le verra dans le livre suivant, à cinq modes différents de formation, et que nous désignons par les dénominations de *terrains madréporique, tourbeux, détritique, alluvien* et *tuffacé.*

PREMIER GROUPE. — *Terrain madréporique* *.

236. *Caractères minéralogiques.* — Les masses que nous appelons *terrain madréporique,* ne sont pas composées de véritables substances minérales : aussi n'est-ce point dans les traités de minéralogie que l'on doit en chercher la description, mais bien dans ceux de zoologie ; car ces masses se composent des portions solides de polypes, appartenant principalement à la famille des madrépores, et notamment au genre astrée. Cependant, comme elles recouvrent des espaces considérables, on ne peut se dispenser de les faire figurer dans l'énumération des matériaux qui composent l'écorce solide de notre globe. Leurs parties supérieures présentent, en général, la structure bien nette des polypiers ; et l'on reconnaît, dans leur composition, les matières gélatineuses qui accompagnent toujours le carbonate calcique dans les portions solides des polypes pierreux ; mais, dans les parties inférieures, ce principe gélatineux diminue ou disparaît tout à fait ; les molécules calcaires se trouvent rapprochées, et la masse ressemble jusqu'à un certain point à du calcaire concrétionné, et même à du calcaire compacte. Du reste, on sent que la texture de la masse varie selon les espèces de polypes auxquelles elle appartient, et que les parties solides de ces animaux s'y trouvent ordinairement mélangées avec des restes d'autres êtres vivants, ainsi qu'avec des débris des dépôts inorganiques qui existent dans le voisinage.

237. *Gisement.* — Les masses madréporiques se trouvent principalement dans les îles de l'Océanie ; elles y forment ordinairement, autour des îles, les espèces de ceintures interrompues, que l'on appelle *récifs* (17), et qui sont

* On doit, à l'occasion de cette dénomination, ainsi que de plusieurs de celles qui seront employées pour les autres groupes, ne pas perdre de vue l'observation contenue dans les pages 112 et 113, c'est-à-dire qu'il faut éviter de prendre ces noms dans un sens exclusif ; car, quoique je donne au groupe qui nous occupe le nom de *terrain madréporique*, parce qu'il est le résultat du travail des madrépores, on doit bien se garder d'en conclure que toutes les masses formées de cette manière doivent se ranger dans ce groupe, puisque je n'y place que celles postérieures aux dernières grandes catastrophes qui ont changé la surface de notre planète, et qu'il y a dans les autres groupes beaucoup de masses qui ont un mode de formation analogue, mais qui appartiennent à des époques antérieures, ainsi qu'on le verra dans le livre suivant. Les marins emploient souvent le nom de *banc de corail* pour désigner les masses qui font le sujet de cet article.

séparées de la côte par de petits bras de mer, dont elles dépassent rarement le niveau. Cependant on voit quelquefois de ces masses sur les parties élevées des îles.

Parmi les autres contrées où ces masses sont abondantes, on peut encore citer les côtes de la mer Rouge, notamment les environs de la ville de Djéda, où, d'après le rapport de Forskal, on en extrait des pierres d'un volume énorme.

IIe GROUPE. — *Terrain tourbeux.*

238. *Caractères généraux.* — Le terrain tourbeux est à peu près dans le même cas que le terrain madréporique, c'est-à-dire que les matières qui lui donnent son caractère principal appartiennent plutôt au règne organique qu'au règne minéral; car, ainsi que nous l'avons déjà fait observer (*Min.* 406), ce n'est que par tolérance que la tourbe est admise à figurer dans la série des minéraux.

Les dépôts de tourbes présentent trois modifications principales : la première n'est presque qu'un tissu ou espèce de feutre spongieux, formé de racines, de fibres et de parties végétales encore très-reconnaissables; quelquefois même elle n'est qu'un tas de plantes ou de parties de plantes flétries et serrées les unes contre les autres.

La seconde modification présente une matière d'un brun plus foncé, où l'on ne distingue plus que quelques filaments végétaux.

La troisième n'offre en général qu'une substance noire, homogène, habituellement molle, qui a beaucoup de ressemblance, dans son aspect et dans sa manière de brûler, avec les lignites et les bitumes.

Cette dernière est plus estimée comme combustible; mais, en général, dans les contrées où l'on peut se procurer du bois ou de la houille, la tourbe n'est employée que par les classes peu aisées.

239. *Gisement.*—Les trois modifications de tourbe que nous venons d'indiquer, se trouvent souvent dans une même tourbière, et alors la première occupe la partie supérieure; la seconde, le milieu, et la troisième, le fond. La tourbe forme quelquefois des amas très-puissants; d'autres fois elle s'étend en couches plus ou moins épaisses; elle se trouve de préférence dans des lieux marécageux, quelquefois aussi dans des étangs et dans des lacs; elle n'est ordinairement recouverte que par de l'eau ou par des végétaux croissants. Il y a cependant des contrées où la tourbe se trouve dans des endroits secs et où elle est recouverte, quelquefois même séparée en assises différentes, par des lits de sable et de limon. Tel est le cas des tourbières nommées *hooge veenen* dans le nord-est du royaume des Pays-Bas.

Les tourbières sont souvent situées dans des vallées; telles sont celles des bords de la Somme en Picardie. D'autres fois elles se trouvent sur le sommet

des montagnes, pourvu néanmoins qu'il y ait des plateaux ou de légères dépressions dans le sol; mais les gîtes de tourbes les plus étendus et les plus abondants sont ceux des plaines basses et sableuses des contrées septentrionales, et notamment celles des plaines de la Basse-Allemagne et de la Hollande. Ces tourbières forment souvent de vastes marais qui, dans certaines saisons, ressemblent à des prairies, prêtes à engloutir l'imprudent qui voudrait y pénétrer. En général, on remarque que la tourbe ne se trouve que dans des contrées humides et où la température n'est pas fort élevée.

240. *Corps étrangers.* — Les tourbes renferment fréquemment des corps étrangers; on y voit souvent des arbres, et même des forêts entières composées d'arbres analogues à ceux qui existent actuellement, et notamment des sapins et des chênes. On y trouve des débris d'animaux, tels que des coquilles et des ossements de mammifères, qui aussi appartiennent principalement à des espèces vivant actuellement sur les lieux. On y rencontre également des monuments de l'industrie humaine, tels que des outils, des armes, des médailles, des fragments de bateaux, etc.

IIIe GROUPE. — *Terrain détritique* *.

241. *Caractères généraux.* — Les matières que nous désignons par le nom de *terrain détritique* ne sont pas encore de véritables roches, dans le sens que l'on donne ordinairement à ce mot; mais ce sont des assemblages, ordinairement meubles, de fragments plus ou moins reconnaissables de roches et de débris de corps organisés.

Ce terrain recouvre la majeure partie de la surface du globe; mais il n'y forme communément qu'une couche superficielle peu épaisse. Il présente beaucoup de variations tant sous le rapport de sa nature que de sa texture et de sa puissance; mais on peut y distinguer trois modifications principales, que nous désignons par les noms de *terres végétales*, de *terres arides* et d'*éboulis*.

242. *Terre végétale.* — La première doit son nom à la circonstance que

* M. Brongniart, qui ne connaissait le présent travail que par une note manuscrite qu'il m'avait permis de lui adresser au commencement de 1829, cite, dans son *tableau des terrains*, mon groupe détritique comme synonyme de celui auquel il a donné le même nom; mais ce dernier fait partie du groupe auquel j'ai conservé la dénomination de *terrain diluvien*, tandis que mon *terrain détritique* appartient, ainsi que mes groupes tourbeux et alluvien, à la classe des terrains alluviens de M. Brongniart. Du reste, je répéterai encore ici que l'on doit éviter de donner à ce mot *détritique* une acception exclusive dans le sens de sa signification; car on verra, dans le cours de cet ouvrage, que beaucoup d'autres parties de l'écorce du globe sont *formées de débris*, aussi bien que mon terrain détritique.

c'est dans cette matière que croissent presque tous les végétaux qui ornent la surface de la terre. Elle forme une couche superficielle, ordinairement très-mince, qui est principalement composée de sable ou d'argile plus ou moins mélangés de terreau, c'est-à-dire, de substances végétales ou animales passées à l'état terreux. Dans les pays calcareux, elle contient aussi du carbonate calcique. En général, la terre végétale participe toujours de la nature des dépôts sur lesquels elle repose; elle renferme aussi des fragments plus ou moins gros des roches cohérentes qui l'avoisinent.

Les terres végétales se distinguent par la nature des principes qui se font remarquer dans leur composition. Ainsi on dit qu'elles sont sablonneuses, argileuses ou calcaires, selon que le sable, l'argile ou le calcaire influent principalement sur les effets qu'elles produisent sur la végétation. En général, les meilleures terres végétales sont celles formées du mélange de ces trois substances et d'une certaine quantité de terreau. L'art de la culture cherche à amener artificiellement à cette composition les terres qui sont naturellement composées d'une autre manière.

Il est à remarquer, à cet égard, que, quoique l'on parle ordinairement de l'aridité des sables et de la fertilité des terres argileuses ou calcaires, le sable pur est plus favorable à la végétation que l'argile pure ou le calcaire pur. La manière dont on s'exprime à cet égard provient de ce que, la nature présentant abondamment des dépôts de sable pur, et rarement des dépôts terreux d'argile pure ou de calcaire pur, on est dans l'habitude d'appeler terres argileuses ou terres calcaires celles où l'argile et le calcaire sont déjà mélangés avec le sable. En effet, de tous les dépôts terreux naturellement stériles, le sable est celui que l'on peut le plus aisément rendre fertile.

Il y a encore des substances, autres que celles indiquées ci-dessus, qui, par leur nature ou par l'état dans lequel elles se trouvent, favorisent la végétation d'une manière plus ou moins puissante; et sans parler ici des cendres et de quelques engrais particuliers que l'expérience ou le raisonnement ont fait connaître aux cultivateurs, les terrains volcaniques contiennent quelquefois des matières terreuses extrêmement favorables pour la végétation.

243. *Terres arides.*—On voit aussi à la surface du globe des dépôts terreux qui ressemblent beaucoup à la terre végétale, mais auxquels ce nom ne peut convenir, parce que, dans l'état où ils se trouvent, ils sont impropres à la végétation. C'est principalement au-dessus des roches schisteuses et feldspathiques que l'on rencontre ces dépôts, lesquels sont moins généralement répandus, mais sont ordinairement plus puissants que la terre végétale.

244. *Éboulis.*—Nous désignons par le nom d'*éboulis* un troisième genre de dépôts qui diffère des terres végétales et arides, parce qu'au lieu de former des assises superficielles, il compose souvent des talus de montagnes et quelquefois des filons ou des amas. Du reste, la nature, l'état, la forme et la

puissance de ces dépôts dépendent de la nature des roches qui composent les montagnes auxquelles ils sont adossés ou intercalés, ainsi que de la hauteur et de la forme des flancs de ces montagnes. Quelquefois les éboulis ne sont composés que de fragments de roches cohérentes, plus ou moins volumineux, souvent anguleux, rarement arrondis. Ailleurs ces fragments sont mélangés avec des matières terreuses, dont la nature rappelle celle des roches altérables qui constituent la montagne; enfin, lorsque cette dernière est uniquement composée de roches facilement altérables, son talus ne présente ordinairement que des dépôts terreux.

245. *Moraines.*— On donne, en Savoie, le nom de *moraines* à des dépôts qui se trouvent au pied des glaciers (16) et qui sont, comme les éboulis, composés de fragments plus ou moins gros de roches analogues à celles qui environnent le glacier.

246. *Sables salifères.* — Le sol de plusieurs contrées sableuses, et notamment celui de quelques parties des steppes ou des déserts du centre de l'Asie, est imprégné d'une grande quantité de sel marin qui, à l'état de dissolution pendant la saison humide, est quelquefois assez abondant pour former, pendant les temps secs, une croûte cohérente à la surface du sol. Du reste, tout en mentionnant ici ce fait, nous sommes loin d'assurer que ces dépôts doivent être placés dans le terrain détritique plutôt que dans l'un des groupes suivants.

Les sables salifères contiennent très-souvent du salpêtre, qui d'ailleurs se montre assez généralement dans tous les dépôts détritiques renfermant des matières animales en décomposition.

247. *Corps organisés.*— Le terrain détritique contient beaucoup de corps organisés; les uns appartiennent à des espèces qui vivent encore sur les lieux, les autres à des espèces qui n'existent plus. Nous avons déjà eu l'occasion de faire connaître que les parties solides des premières ont, en général, peu changé de nature, les ossements et les coquilles ayant conservé leur composition ainsi que leur texture. Les débris d'espèces perdues ont, au contraire, sauf quelques exceptions rares, éprouvé de grands changements, et sont transformés en matières pierreuses ou en matières charbonneuses qui ont perdu leur texture ligneuse. Du reste, nous n'indiquerons ici aucune de ces espèces, parce que l'énumération des premières ne serait que la répétition de ce que nous apprend la zoologie et la botanique dans l'exposition des faunes et des flores actuelles, et que les secondes devant se représenter successivement dans la série des autres terrains et ne servant pas plus à caractériser le terrain détritique que les fragements de roches qui les accompagnent, leur indication ferait un double emploi qui n'aurait aucune utilité.

248. *Monuments industriels.* — On sent, d'après ce que nous avons dit, que le terrain détritique doit renfermer une grande quantité de traces de

l'industrie humaine, ou plutôt que la majeure partie des monuments de cette industrie qui sont enfouis dans l'écorce du globe, se trouvent dans ce groupe.

IVe GROUPE. — *Terrain alluvien* *.

249. *Caractères généraux.* — Le terrain alluvien est, comme le terrain détritique, généralement formé de dépôts meubles, composés de fragments dont le volume et la forme sont très-variables; aussi est-il souvent très-difficile de le distinguer du terrain détritique. Son principal caractère distinctif est de ne pas s'étendre, comme le terrain détritique, sur les montagnes ni sur les plateaux élevés. Il se trouve ordinairement dans les vallées et dans les plaines placées à l'embouchure des grands fleuves, ainsi que sur les bords de la mer, d'où on peut le diviser en *fluviatile* et *marin*.

250. *Alluvions fluviatiles.* — Le terrain alluvien des plaines est ordinairement déposé en couches horizontales qui s'étendent sur un espace plus ou moins considérable, tandis que celui des hautes vallées est souvent disposé en amas irréguliers, plus ou moins puissants, qui s'adossent quelquefois le long des escarpements, de manière à y former des talus.

La composition du terrain alluvien fluviatile est extrêmement variée, et sa nature participe toujours de celle des autres terrains qui composent la partie du bassin hydrographique qui est au-dessus du lieu où se trouve le dépôt alluvien. En le considérant sous le rapport de la texture, on peut y distinguer les six modifications suivantes; savoir : le *limon*, les *dépôts arénacés*, le *gravier*, les *dépôts caillouteux*, les *gros débris* et les *roches conglomérées*; mais ces modifications se lient et se mêlent si intimement entre elles, qu'il est difficile d'y établir des limites et de les trouver isolées l'une de l'autre.

251. *Limon.* — Le *limon* est une terre argileuse, qui est rarement assez pure pour être considérée comme une véritable argile. Il se trouve principalement dans les plaines et dans les vallées basses. Il renferme souvent du terreau, et forme alors une excellente terre végétale.

252. *Dépôts arénacés.* — Les *dépôts arénacés* du terrain alluvien fluviatile portent ordinairement le nom de *sables de rivière*, mais ce sont rarement de véritables sables, c'est-à-dire qu'ils sont rarement composés exclusivement de grains de quartz; on y reconnaît, au contraire, beaucoup de grains d'autres substances minérales. Ces dépôts se trouvent principalement, de même que le limon, dans les plaines et dans les vallées basses. On remarque que ces deux genres de dépôts forment souvent des couches alternatives, et que, quand ils sont situés vers l'embouchure de grands cours d'eau, ils atteignent quelquefois

* Mon terrain alluvien ne comprend, ainsi que je l'ai déjà fait observer, qu'une partie des terrains alluviens de M. Brongniart et de la plupart des autres géologistes.

une puissance très-considérable; tels sont ceux qui se trouvent à l'embouchure de l'Escaut, de la Meuse et du Rhin, et qui constituent le sol de la Hollande, de la Zélande et de quelques parties des provinces voisines. Ces dépôts sont tellement puissants, dans certains lieux, qu'un puits a été enfoncé en 1605, à Amsterdam, jusqu'à la profondeur de 73 mètres, sans en atteindre le fond.

253. *Gravier.* — Le *gravier alluvien* ne diffère en général des dépôts arénacés que parce que les grains qui le composent sont plus gros. Il se trouve plus rarement dans les plaines, et plus souvent dans les vallées.

254. *Dépôts caillouteux.* — Les *dépôts caillouteux* sont très-communs dans les lits des rivières dont ils recouvrent ordinairement le sol; on les trouve aussi dans d'autres parties des vallées; mais ils sont généralement rares dans les plaines; ils ne diffèrent des graviers que parce que les fragments qui les composent sont plus volumineux. Ces fragments ont ordinairement leurs bords arrondis; mais on remarque que ceux qui se trouvent dans le voisinage des montagnes sont souvent moins arrondis que ceux qui en sont plus éloignés.

255. *Gros débris.*—Les *gros débris* se trouvent principalement dans les vallées des montagnes. Leur nature dépend, encore plus que celle des autres modifications, de la nature des roches qui existent en masses dans les lieux plus élevés qui les avoisinent, ou qui forment la partie supérieure du bassin hydrographique. Leur volume est aussi subordonné à la nature de ces roches et souvent à leur éloignement, les fragments de roches tenaces et solides étant généralement plus gros que ceux des roches friables ou altérables, et ceux dont les roches semblables se trouvent dans le voisinage étant ordinairement plus gros et ayant des formes plus anguleuses, tandis que ceux qui ressemblent à des roches éloignées sont moins volumineux et ont des formes plus arrondies.

En général, les gros débris alluviens ont beaucoup de rapport avec les éboulis à gros fragments, dont il est difficile de les distinguer; ils sont d'ailleurs peu abondants, passant bientôt aux dépôts caillouteux.

256. *Roches conglomérées.* — L'existence de masses cohérentes dans le terrain alluvien est un fait qui laisse encore des doutes, quoique l'on ait souvent cité des roches de ce genre dans les terrains d'alluvion ou de transport; mais comme ces dénominations s'appliquent aussi à notre terrain diluvien, nous ne pouvons nous arrêter aux citations dont il s'agit. Du reste, on ne peut contester l'existence, dans le terrain alluvien, de petites portions de roches conglomérées qui forment des espèces de rognons au milieu des dépôts caillouteux de nos rivières, et qui consistent dans la réunion, au moyen d'un ciment ferrugineux, de quelques-uns des fragments qui composent ces dépôts. Ces matières paraissent set rouver de préférence dans la partie des lits de

rivières qui traversent des lieux habités, et on voit ordinairement dans leur intérieur un morceau de fer plus ou moins oxydé, ou la trace de morceaux de fer détruits par la rouille *.

On trouve aussi dans le terrain alluvien des roches composées de noyaux unis par un ciment ordinairement siliceux et quelquefois calcaire. Ces roches, qui sont très-voisines des poudingues ou des gompholites, forment aussi des rognons, des blocs et quelquefois de petits bancs au milieu des dépôts caillouteux; mais leurs relations avec le terrain alluvien ne sont pas aussi évidentes que celles à ciment ferrugineux, dont nous venons de parler; car il n'est pas aussi démontré que tous les dépôts où on les trouve appartiennent à ce groupe, et il se pourrait que les blocs de ces roches qui existent dans du terrain alluvien ne fussent eux-mêmes que de gros débris comme les autres fragments qui les accompagnent.

257. *Dépôts métallifères.*—On a cité beaucoup de dépôts métallifères dans les terrains d'alluvion; mais, comme ces citations ont été généralement faites par des personnes qui réunissaient, sous ce nom, nos terrains alluvien et diluvien, et que d'ailleurs la distinction à faire entre ces deux groupes est fort difficile, nous ne nous trouvons pas à même de nous prononcer d'une manière positive à ce sujet; cependant, à l'instar de la plupart des géologistes modernes, nous parlerons de ces dépôts à l'article du terrain diluvien. Du reste, il y a des dépôts incontestablement alluviens, qui donnent lieu à des exploitations de métaux; mais comme les substances métalliques ne s'y trouvent qu'en petites quantités et mélangées avec d'autres débris, elles ne peuvent couvrir les frais de recherches qu'autant que celles-ci aient pour objet des métaux d'un prix élevé, que l'on sépare des autres débris par le *lavage;* aussi cette opération n'est-elle appliquée qu'à l'or, au platine, à l'étain, et ne donne-t-elle que des produits peu importants. Les seules contrées de l'Europe où elle ait encore lieu d'une manière régulière, sont la Hongrie, pour l'or, et le Cornouailles, en Angleterre, pour l'étain.

Il est probable que l'on peut aussi rapporter au terrain alluvien quelques gîtes de minérai de fer, notamment ceux des variétés de limonite, exploitées dans la Basse-Allemagne sous les noms de *Raseneisenstein* et de *Morasterz,* mais les relations géognostiques de ces dépôts ne sont pas encore bien

* Les travaux que l'on a exécutés, en 1828, dans le lit de la Sambre, à Namur, ont fait découvrir beaucoup de ces rognons conglomérés, parmi lesquels il y en avait plusieurs qui paraissaient devoir leur origine à des épingles à cheveux, qui, en s'oxydant, avaient fourni le ciment nécessaire pour lier les fragments. Quelquefois les morceaux de fer s'étant exclusivement trouvés en contact avec des débris d'ardoises jetés dans la rivière par des couvreurs, ils ont donné naissance à des rognons qui ressemblent à certaines roches conglomérées des terrains ardoisier ou talqueux.

déterminées, et il paraît qu'il en existe qui appartiennent au terrain diluvien. Quant au phosphate de fer que nous avons décrit sous le nom de *terre bleue* (*Min.* 783), il appartient évidemment aux terrains modernes.

258. *Corps organisés et monuments industriels.* — Le terrain alluvien fluviatile est absolument dans la même cas que le terrain détritique sous le rapport des corps organisés et des monuments de l'industrie humaine. Nous ne pouvons donc que renvoyer à ce que nous avons dit à ce sujet dans l'article précédent. Nous ajouterons seulement que les débris de végétaux y sont plus abondants ou plutôt mieux conservés, et que l'on y trouve souvent des arbres entiers qui sont quelquefois passés à l'état de charbon ou de lignite, mais qui, d'autres fois, ont conservé leur tissu ligneux et leur solidité, de manière que l'on peut encore les employer dans les arts. Ces arbres sont ordinairement renversés; on dit cependant en avoir vu qui étaient droits et encore attachés à leur racine; on parle même de *forêts* entières, que l'on a appelées *souterraines* et *sous-marines;* telles sont celles que l'on a observées dans l'île de Man, ainsi que sur les côtes du comté de Lincoln et sur celles de Bretagne; mais il est probable que ces dépôts doivent être rapportés aux alluvions marines ou alluvions diluviennes bien plutôt qu'aux alluvions fluviatiles.

259. *Alluvions marines.* — Le *terrain alluvien marin* est beaucoup moins connu que le fluviatile, puisqu'on n'a pu l'examiner que sur les bords de la mer, où il forme soit des plages basses, soit des espèces de talus au pied des falaises, soit de petites collines que l'on appelle *dunes.* Il présente à peu près la même composition et les mêmes modifications de texture que le terrain fluviatile; les dépôts arénacés y sont les plus communs; on y voit aussi des dépôts caillouteux que l'on y appelle souvent *galet,* et d'autres *dépôts* que l'on nomme *coquilliers,* parce qu'ils sont presque entièrement composés de parties solides d'animaux invertébrés et surtout de coquilles. Quelquefois ces coquilles sont presque intactes, et on les recueille pour faire de la chaux; d'autres fois elles sont tellement brisées qu'elles passent à l'état arénacé.

Nous ajouterons, à l'occasion de ces dépôts de coquilles, que dans quelques localités, peu éloignées de la mer à la vérité, mais à des niveaux plus élevés que celui où atteignent les eaux marines, on trouve des dépôts de coquilles semblables à celles qui vivent actuellement dans les mers voisines; tel est notamment le dépôt observé à Uddevalla en Suède, par M. Al. Brongniart.

V[e] GROUPE. — *Terrain tuffacé.*

260. *Division en deux systèmes.* — Les dépôts que nous appelons *terrain tuffacé* présentent deux modifications, que l'on pourrait distinguer par les épithètes de *terrestre* et de *marine,* parce que l'une se trouve dans l'intérieur des terres, et l'autre sur les bords de la mer.

261. *Terrain tuffacé terrestre.* — Le *terrain tuffacé terrestre* ne forme en général que des dépôts isolés, peu étendus. Il présente quelquefois une stratification très-prononcée, d'autres fois il constitue des amas, où l'on ne distingue pas de couches régulières. Il est principalement composé de calcaire concrétionné, passant quelquefois au calcaire compacte, et plus souvent aux dépôts arénacés et terreux des terrains détritique et alluvien. Ces dépôts forment même quelquefois des lits intercalés au milieu des assises de tuf. En général, le terrain tuffacé se lie intimement avec les terrains détritique, alluvien, diluvien et nymphéen, dont il est souvent difficile de le distinguer.

Le calcaire tuffacé est ordinairement rempli de pores et de cavités, et présente une série de passages, depuis des assemblages de petits filets qui ressemblent à de la mousse pétrifiée, jusqu'au calcaire compacte. Les cavités que l'on y remarque sont de diverses espèces; les unes semblent n'être que le résultat de l'assemblage de petits systèmes particuliers de concrétions qui se sont seulement unies par une partie de leurs surfaces; les autres représentent la place de tiges de végétaux qui, après avoir été incrustées par la matière calcaire, ont fini par se détruire. Les troisièmes, qui se trouvent dans les parties compactes ou voisines de l'état compacte, consistent dans des espèces de tubulures verticales qui donnent l'idée du résultat du passage d'un gaz à travers une masse molle. Ce calcaire donne de bonnes pierres à bâtir; celui qui est celluleux est, à cause de sa légèreté et de la manière dont il prend le mortier, recherché pour certaines constructions, telles que les cheminées et les voûtes, où ces deux qualités sont particulièrement avantageuses; celui qui se rapproche de la texture compacte donne d'excellentes pierres de taille.

La pierre connue sous le nom de *travertin*, que l'on extrait aux carrières de Ponte-Lucano, entre Rome et Tivoli, et qui a si puissamment contribué à la magnificence des monuments de Rome ancienne et moderne, paraît appartenir au terrain tuffacé, mais pourrait cependant devoir être rangée dans le terrain nymphéen.

Le terrain tuffacé, surtout celui qui est à l'état meuble ou peu cohérent, renferme une grande quantité de corps organisés, principalement des coquilles d'eau douce ou de terre et des plantes aquatiques. En général, tous ces débris appartiennent à des espèces actuellement vivantes sur les lieux. On dit cependant que l'on a trouvé dans les tufs d'Allemagne des ossements d'éléphants, de rhinocéros, de mégathères et d'autres animaux qui n'existent plus dans ces contrées; mais il paraît que les dépôts dans lesquels ces débris ont été trouvés doivent être rapportés au terrain nymphéen plutôt qu'au terrain tuffacé.

262. *Terrain tuffacé marin.* — Le *terrain tuffacé marin* a beaucoup de rapport avec les dépôts alluviens qui se forment sur les côtes de la mer: il est peu connu, et n'a encore été observé que dans un petit nombre de lieux. M. Moreau de Jonnès dit cependant qu'il est assez commun dans les Antilles.

où il forme des espèces de glacis ou de plages qui s'élèvent quelquefois au-dessus du niveau ordinaire des eaux. Il y consiste en une roche que les nègres connaissent sous le nom de *maçonne-bon-dieu*, et qui est un calcaire grenu passant quelquefois au compacte, de couleur jaune-grisâtre ou gris-jaunâtre, avec quelques nuances de rougeâtre. Lorsque l'on examine cette roche à la loupe, on reconnaît qu'elle est principalement composée de débris de coquilles et de madrépores semblables à ceux qui vivent dans les environs et qui sont réduits en grains très-menus. On trouve quelquefois dans cette roche des traces de l'industrie humaine, telles que des débris de vases, des haches, etc.; mais ce qui l'a rendue célèbre, c'est que l'on a trouvé, au port du Moule à la Guadeloupe, des ossements humains qui y étaient incrustés. L'analyse de ces os a fait connaître qu'ils n'étaient pas pétrifiés, mais qu'ils contenaient encore des parties animales et tout leur phosphate de chaux.

Saussure * a aussi observé une roche qui se forme au bord de la mer, sur le phare de Messine, auprès du gouffre de Carybde. Cette roche, qui devient assez dure pour servir à faire des meules, est composée de grains de sable unis par un ciment de calcaire.

On a également observé à la baie des Chiens-Marins, dans la Nouvelle-Hollande, un calcaire grossier qui renferme des coquilles marines, absolument semblables à celles qui vivent dans la mer environnante.

IIe ORDRE.

TERRAINS TÉRIAIRES.

Caractères généraux. — Les terrains tériaires, lorsqu'ils sont en contact avec les terrains modernes, se trouvent en dessous de ces derniers; ils présentent plus de roches cohérentes, et les corps organisés qu'ils renferment appartiennent généralement à des espèces qui n'existent plus, mais dans lesquelles on reconnaît toutes les classes d'êtres qui vivent maintenant à la surface de la terre, notamment celle des mammifères.

Ces terrains recouvrent une partie assez considérable du globe, entre autres, la plupart des plaines les plus fertiles, et par conséquent celles où les hommes ont formé leurs principaux établissements.

264. *Division en groupes.* — Les terrains tériaires présentent, sous le rapport de leurs fossiles, une différence bien remarquable; c'est que dans les uns ces fossiles se composent, en général, de débris d'animaux analogues à ceux qui vivent dans la mer, tandis que dans les autres ce sont principalement

* Voyage dans les Alpes, § 305.

des animaux analogues à ceux qui vivent dans l'eau douce. D'un autre côté, une portion de ces terrains est presque entièrement composée de débris de roches qui paraissent provenir de dépôts préexistants. D'après ces considérations nous divisons cet ordre en trois groupes, que nous désignons respectivement par les épithètes de *tritonien*, de *nymphéen* et de *diluvien*; mais les liaisons qui existent entre ces trois groupes étant encore plus intimes que celles que l'on remarque dans les terrains modernes, et les dépôts qui appartiennent à l'un de ces groupes se trouvant souvent séparés par des dépôts qui appartiennent aux autres, il est très-difficile de les distinguer; aussi la plupart des géologistes préfèrent-ils diviser les terrains qui nous occupent d'après leurs positions respectives; méthode à laquelle il sera facile de ramener notre division, puisque nous subdiviserons chacun de nos groupes en trois étages, de sorte que, en réunissant chaque étage correspondant, on aura une division des terrains tériaires en trois groupes déterminés par leur position, et qui seront respectivement *supérieur*, *moyen* et *inférieur*; lesquels correspondent, sous le rapport de leurs fossiles, aux trois systèmes que nous avons indiqués (220, 221 et 222) sous les noms de système des éléphants, des mastodontes et des paléothères *.

* Parmi les considérations qui, peut-être à tort, m'ont porté à continuer jusqu'à présent de diviser les terrains tériaires d'après le mode de formation, se trouve le désir de conserver des coupes qui se rattachent à l'une des plus brillantes découvertes de la géologie moderne, découverte qui a tant occupé les naturalistes, depuis que MM. Cuvier et Brongniart, dans leur célèbre mémoire sur la *Géographie minéralogique des environs de Paris*, lu à l'institut de France le 11 avril 1808, ont annoncé, d'une manière positive, que les terrains sur lesquels repose cette capitale avaient été alternativement formés dans la mer et dans les eaux douces. Du reste, tout en convenant que la division de ces terrains par époque de formation présente de grands avantages et est quelquefois d'une application plus facile, je dirai qu'il me semble que, malgré les immenses progrès que la géologie des terrains tériaires a faits dans ces derniers temps, cette partie de la science ne me paraît pas encore assez fixée pour que je me décide à changer la marche que j'avais adoptée dans la première édition du présent ouvrage. Je me suis seulement attaché à coordonner mes étages de chaque groupe de manière à ce qu'en réunissant ceux de même nom, on ait, ainsi que je l'ai dit ci-dessus, une division des terrains tériaires par ordre chronologique.

Quant à ce qui concerne les dénominations que j'ai adoptées, je dirai que celles de *terrain d'eau douce* et de *terrain marin* que l'on a employées, lorsqu'il a été reconnu qu'une partie de ces terrains avaient été formés dans l'eau douce, ne pouvaient convenir à ma nomenclature, puisqu'elles annonçaient que ces deux groupes de terrains tériaires comprennent tous les terrains marins et d'eau douce; ce qui n'est pas exact : or, comme M. Brongniart appelle *terrain tritonien* un de ses groupes marins, j'ai cru pouvoir aussi appliquer cette dénomination à mon groupe marin, quoiqu'il ait plus d'étendue que le terrain tritonien de M. Brongniart, et comme les nymphes de la mythologie jouaient à peu près le même rôle à l'égard des eaux douces, que les tritons à l'égard des eaux marines, j'ai désigné mon groupe d'eau douce par l'épithète de *nymphéen*. D'un autre côté, j'ai cru devoir employer la

PREMIER GROUPE. — *Terrain diluvien* *.

265. *Caractères généraux.* — Le groupe que nous désignons par l'épithète de *diluvien* présente d'autant plus de difficultés dans sa délimitation, qu'il se confond non-seulement avec les autres terrains tériaires, mais aussi avec les terrains modernes, et parce que nous ne pouvons lui appliquer d'une manière rigoureuse le principe de classification que nous avons adopté, sans lui donner plus d'extension qu'il n'en reçoit de la plupart des auteurs qui ont employé cette dénomination.

Ce terrain est, comme le terrain alluvien, principalement composé de dépôts meubles, formés de fragments de volumes très-variables. Les principaux caractères qui peuvent servir à le distinguer du terrain alluvien, sont d'être plus répandu, de s'étendre sur des hauteurs où l'on ne peut supposer que les cours d'eau actuels aient jamais atteint; de renfermer des débris d'êtres organisés qui diffèrent généralement des espèces actuellement existantes, et d'être d'une nature moins dépendante de celle des terrains qui composent les parties supérieures du bassin hydrographique où il se trouve.

D'un autre côté, la présence de fragments plus ou moins gros et l'absence de couches étendues, à texture massive, sont les principaux caractères qui distinguent le terrain diluvien des terrains nymphéen et tritonien.

266. *Division en trois étages.* — Nous divisons le terrain diluvien, ainsi que nous venons de le dire (264), en trois étages, dont le supérieur, qui correspond exclusivement au terrain diluvien de la plupart des auteurs, serait considérablement plus étendu que les deux autres, s'il était vrai que tous les terrains diluviens superficiels y appartinssent réellement; mais il est à remarquer que dans un grand nombre de lieux où manquent les terrains nymphéen et tritonien on a rarement les moyens de juger à quel étage appartiennent les dépôts diluviens.

267. *Subdivision de l'étage supérieur.* — Ce n'est donc qu'avec doute que nous rangeons dans l'étage supérieur les six systèmes suivants, dont quelques-uns même n'appartiennent peut-être pas au terrain diluvien. Ces systèmes

dénomination de *terrain diluvien*, correspondante à celle de *diluvium*, employée par le célèbre Buckland, l'un des géologistes qui a le plus contribué à la connaissance de ce terrain; mais je regarde le nom de *terrains clysmiens*, employé par M. Brongniart, comme plus exact; car, ainsi qu'on le verra dans le livre suivant, tous les dépôts rangés dans ce groupe ne doivent pas également leur origine à la catastrophe désignée, dans les monuments historiques, par le nom de *déluge*.

* Ce groupe correspond en grande partie aux *terrains clysmiens* de M. Brongniart, au *diluvial beds* des auteurs anglais, aux *alluvions anciennes* de M. Boué, et aux *terrains de transports anciens* de plusieurs géologistes. J'ai fait connaître à la note précédente les motifs qui m'ont fait donner la préférence à la dénomination énoncée ci-dessus.

sont souvent désignés par les dénominations de *dépôts meubles*, de *blocs erratiques*, d'*ossements des cavernes*, de *brèches osseuses*, de *fer d'alluvion* et de *dépôts plusiaques*.

268. *Dépôts meubles*.—Les *dépôts meubles diluviens* sont très-répandus; il est rare de trouver des contrées où l'on n'en voit pas de traces, surtout dans les vallées et dans les plaines voisines des montagnes ou des plateaux élevés. Leur forme est en général très-variable. Dans les plaines éloignées des hautes montagnes ils ne se composent ordinairement que d'une couche mince, placée sous la terre végétale et caractérisée par la présence de cailloux roulés. Dans les vallées ils forment souvent des couches extrêmement irrégulières, qui s'étendent dans le fond et sur les flancs de la vallée, qui sont souvent interrompues et qui d'autres fois se renflent de manière à former des amas plus ou moins puissants; ils constituent aussi des collines entières au pied des hautes montagnes, et quelquefois ils remplissent des cavités assez allongées pour pouvoir être assimilés à des filons.

269. Ces dépôts se composent, comme ceux du terrain alluvien fluviatile, de limon, de matières arénacées, de graviers et de cailloux, qui se mêlent plus ou moins entre eux, et qui d'autres fois forment des masses conglomérées; car, quoique l'état meuble soit en quelque manière un des traits caractéristiques de ce système, on doit y comprendre des masses poudingiformes et grésiformes, composées de noyaux et de grains semblables aux fragments des dépôts caillouteux et arénacés. Le ciment qui unit ces fragments a communément pour base de l'hydrate ferrique ou du carbonate calcique, plus ou moins mélangé d'argile et de sable; mais il y a aussi de ces roches conglomérées dont le ciment est purement siliceux ou argileux.

270. Ces dépôts renferment beaucoup de corps organisés, qui, de même que ceux du terrain alluvien, se subdivisent en deux catégories, celle des êtres qui leur sont propres, et celle des êtres qui appartiennent aux terrains inférieurs, et qui s'y trouvent, pour ainsi dire, d'une manière accidentelle, comme les fragments de roches analogues à celles qui composent ces terrains. Nous ne nous occuperons pas des fossiles de cette catégorie, que nous verrons successivement paraître dans les groupes suivants.

271. Quant à ceux de la première catégorie, ils appartiennent ordinairement à ces corps que nous avons déjà indiqués (220) comme intermédiaires entre les débris modernes et les véritables fossiles. Ils consistent principalement en ossements, en dents et en autres parties solides de mammifères.

Il y a cependant deux exemples d'animaux qui ont été trouvés entiers avec leurs chairs et leur peau; l'un est celui d'un éléphant, découvert à l'embouchure de la Léna en Sibérie, et l'autre d'un rhinocéros, qui a été observé sur les bords du Viloui dans la même région. Du reste, cette conservation extraordinaire s'explique par la circonstance que ces animaux, qui ont été mis à

découvert par un éboulement accidentel, étaient enfouis dans un sol constamment à l'état de congélation.

L'examen approfondi de ces débris a fait connaître qu'ils appartiennent à des animaux peu différents de ceux qui existent actuellement, mais qui cependant s'en distinguent trop pour être rangés dans les mêmes espèces. Il est à remarquer, à cet égard, que, si quelques-uns de ces débris ne présentent aucune différence avec les parties correspondantes des animaux actuels, ces rapprochements tombent sur des organes dont la ressemblance n'empêche pas la différence spécifique, ou sur des espèces appartenantes à des genres dans lesquels le squelette osseux des diverses espèces ne présente aucune différence sensible; tel est, par exemple, le genre cheval, où les anatomistes n'ont pu reconnaître aucune distinction ostéologique entre le cheval, l'âne et le zèbre.

La plupart des mammifères de ces dépôts ont été rangés dans les genres éléphant, rhinocéros, hippopotame, cheval, cerf, bœuf, ours, hyène, chat, chien, etc.; mais quelques autres ont présenté des différences assez tranchées pour que les zoologistes aient jugé à propos d'en former des genres particuliers; tels sont les mastodontes, animaux très-voisins des éléphants, que l'on a désignés longtemps sous le nom d'éléphants carnivores; les dinothères, genre très-voisin du tapir, les mégathères, animaux qui paraissent faire l'intermédiaire entre les tapirs et les paresseux.

Il serait trop long d'indiquer les lieux où l'on trouve ces débris de l'ancien monde. Il n'y a pas longtemps encore que l'on ne citait que quelques contrées où, comme les plaines de Sibérie et le val d'Arno en Toscane, ils se trouvent dans une abondance qui avait, pour ainsi dire, forcé l'attention des personnes les moins curieuses d'observer les phénomènes de la nature; mais actuellement que les recherches se sont généralement portées vers cette étude, il n'y a presque pas de pays où l'on n'ait découvert de ces ossements. Il paraît, en outre, que ces dépôts présentent en général les mêmes espèces dans les diverses parties du globe; et tandis qu'actuellement les grands pachydermes, tels que les éléphants, les rhinocéros, les hippopotames, sont concentrés dans la zone torride, ce sont précisément ces genres qui dominent dans les terrains diluviens des zones tempérées et glaciales, où l'on remarque principalement l'*Elephas primigenius* ou *Mammouth*, le *Mastodon maximus* et le *Rhinoceros tichorinus*.

272. On s'est peu occupé des coquilles de ces dépôts, et il ne paraît pas qu'elles puissent offrir beaucoup d'intérêt; car, outre que ces corps organisés n'y sont pas très-communs, ils ne peuvent pas présenter beaucoup de différences avec ceux des terrains nymphéen et tritonien, lesquels, comme nous le verrons ci-après, ne diffèrent pas beaucoup des coquilles actuelles.

273. Les débris de végétaux sont assez communs dans les dépôts qui nous

occupent ; les uns ont encore conservé leurs formes; les autres les ont tout à fait perdues. Parmi les premiers, la plupart sont seulement altérés ou bituminisés. Il paraît qu'il y en a aussi de pétrifiés. Quant aux seconds, ils forment des lignites, de la tourbe et du terreau; mais la flore diluvienne n'est pas bien connue, d'autant plus qu'il y a encore beaucoup de doutes sur la question de savoir si les principaux dépôts de végétaux fossiles et de lignites que l'on rapporte au terrain diluvien, n'appartiennent pas plutôt aux terrains alluvien, tourbeux, nymphéen ou tritonien.

274. *Blocs erratiques.* — On donne le nom de *blocs erratiques* à des fragments de roches qui ne sont, en quelque manière, que les cailloux du système précédent, doués de dimensions plus considérables; aussi ces blocs se trouvent-ils souvent enfouis dans les dépôts meubles; mais d'autres fois on les voit reposer immédiatement sur d'autres terrains, ou bien ils sont recouverts par des dépôts modernes.

Ces blocs sont quelquefois très-volumineux; il en est qui sont à peu près arrondis; mais le plus souvent ils présentent seulement des arêtes et des angles émoussés. On en trouve sur des montagnes très-élevées, notamment sur le Jura, où ils sont ordinairement composés des roches hémilysiennes ou agalysiennes qui forment une partie des Alpes; mais ils sont en général plus fréquents dans les vallées et dans les plaines.

Parmi les gisements les plus importants de ces blocs, on peut citer la grande plaine qui s'étend de la mer du Nord aux monts Ourals. Les blocs y reposent sur le sol, ou sont enfouis dans les dépôts sableux et argileux qui recouvrent cette plaine : ils sont de nature très-variée; mais en général ils appartiennent aux roches les plus cohérentes des terrains primordiaux et surtout des terrains agalysiens. Ils présentent ordinairement de la ressemblance avec les roches qui constituent des chaînes de montagnes plus ou moins éloignées des lieux où ils se trouvent, et l'on y reconnaît en général les diverses roches des montagnes de la Scandinavie, de la Finlande et des environs d'Olonetz.

Le comte Rasoumovsky y a remarqué que, quand il y a des collines dans ces plaines, on n'y voit des blocs que sur le versant septentrional. On a aussi observé que ces blocs sont, en général, disposés par bandes ou *traînées*, souvent parallèles, qui se croisent quelquefois, la plupart se dirigeant du N.-E. au S.-O., tandis que quelques autres vont du N.-O. au S.-E. Lorsque l'on remonte vers le nord, dans le sens de ces traînées, on trouve en place des roches semblables à celles qui composent les blocs erratiques, et M. Brongniart a reconnu dans ces premiers massifs primordiaux, des endroits où la surface des roches est polie, et présente des espèces de rainures dirigées dans le sens des traînées, comme si le sol avait été usé par le passage des blocs qui les composent. Du reste, la Baltique n'interrompt pas ces traînées, en ce sens que les blocs se trouvent dans les plaines au sud de cette mer; mais leur

disposition par traînées y est moins sensible, et ils y paraissent plus disséminés. Une circonstance assez remarquable, c'est que les blocs les plus volumineux * se trouvent vers les côtes méridionales de la Baltique, d'où leur volume va généralement en diminuant, tant vers le sud que vers le nord ; mais c'est de ce dernier côté, et notamment dans la Scanie et la Smalande, que les blocs sont les plus abondants ; leurs traînées y forment des collines longitudinales, que les Suédois nomment *as*.

275. *Ossements des cavernes.* — Les *ossements des cavernes* sont enfouis dans un dépôt terreux ou pierreux, principalement composé de carbonate calcique, quelquefois imprégné de matières animales ; lequel forme une ou plusieurs couches, communément peu épaisses, sur le sol des cavernes qui se trouvent dans les dépôts calcareux **.

Ces ossements ne sont jamais réunis en un squelette entier, mais ils sont séparés, dispersés et plus ou moins fracturés ; quelques-uns semblent même avoir été brisés ou entamés par les dents d'un animal carnassier ; ils sont quelquefois usés et accompagnés de cailloux roulés ; la majeure partie appartient à des carnassiers. Dans les cavernes d'Allemagne ce sont les ours qui dominent, surtout une grande espèce, que l'on a nommée *Ursus spelæus*. En Angleterre ce sont, au contraire, les ossements d'hyènes qui sont les plus abondants. On a également reconnu dans ces dépôts des restes de chats, de chiens, de putois, de belettes, de gloutons, de campagnols, de rats, de lièvres, quelquefois de chevaux, de bœufs, de cerfs, d'éléphants, de rhinocéros, d'hippopotames, etc., ainsi que des débris d'oiseaux, de reptiles, de mollusques, d'insectes, et des excréments de mammifères. On y a aussi trouvé, notamment aux environs de Liége et en Languedoc, des ossements humains et des traces de l'industrie humaine ; mais plusieurs géologistes sont d'avis que ces objets doivent être considérés comme appartenant à des dépôts modernes ***.

276. *Brèches osseuses.* — Les *brèches osseuses* ont été principalement

* On fait à Berlin une coupe de granite qui a 21 mètres de circonférence et qui a été tirée d'un gros bloc, pesant près de 300,000 kilogrammes, qui reposait sur le sable près de Furstenwald.

** La Franconie est une des contrées où les cavernes à ossements sont les plus abondantes et où ce genre de dépôt a attiré l'attention en premier lieu. Mais depuis que l'on s'est occupé plus particulièment de ces recherches, on en a aussi trouvé dans le Harz, dans la Westphalie, dans les environs de Liége, dans l'Yorkshire en Angleterre, en Languedoc et en général partout où il y a des cavernes, c'est-à-dire, à peu près dans tous les pays où il existe des calcaires ammonéens et hémilysiens.

*** Parmi les ouvrages qui font mention de l'existence d'ossements humains dans les cavernes, je citerai les belles recherches que M. le docteur Schmerling publie en ce moment sur les ossements des cavernes de la province de Liége.

observées sur les côtes septentrionales de la Méditerranée, notamment à Gibraltar, à Cette, à Antibes, à Nice, à Pise, en Corse, en Sardaigne, en Sicile, à Cérigo, en Dalmatie, etc.; elles forment dans le calcaire des filons consistant en un ciment souvent rougeâtre, composé de calcaire, de sable et de limonite, renfermant des fragments, ordinairement anguleux, de diverses roches, surtout de celles traversées par les filons, et des restes de corps organisés, principalement des ossements de ruminants. On y a reconnu, entre autres, plusieurs espèces de cerfs, une espèce d'antilope ou de mouton, des chevaux, deux espèces de lapins, deux espèces de lagomis, un campagnol, une musaraigne, deux espèces de chats, un chien, une tortue, un lézard, et plusieurs espèces de coquilles terrestres, fluviatiles et lacustres. On dit même y avoir trouvé des restes d'animaux qui caractérisent les terrains que nous verrons plus tard, tels que des paléothères et des chéropotames; mais il n'est pas encore bien démontré que ces restes n'y soient pas accidentellement, comme les fragments de roches.

277. On voit, par ce qui précède, que les animaux des cavernes et ceux des brèches osseuses appartiennent, comme ceux des dépôts meubles, à des genres qui existent encore, mais qui souvent n'habitent plus que la zone torride. De même, aussi, que chez les animaux des grands dépôts diluviens, chaque fois qu'il a été possible de déterminer les caractères spécifiques, on a reconnu des espèces distinctes de celles qui vivent actuellement.

Quant aux différences qui paraissent exister entre les animaux des dépôts meubles, ceux des cavernes et ceux des brèches, elles annoncent plutôt une autre répartition des espèces, qu'un système d'organisation différente; car les mêmes genres et les mêmes espèces se retrouvent en général dans les dépôts meubles, dans les cavernes et dans les brèches osseuses. On serait tenté de dire que les différences se réduisent à ce que les grands pachydermes dominent dans les dépôts meubles, que les carnassiers de moyenne taille caractérisent les cavernes, et que les petits herbivores sont particulièrement abondants dans les brèches osseuses.

Du reste, les ossements des cavernes et ceux des brèches sont dans le même état que ceux des dépôts meubles, c'est-à-dire qu'ils n'ont pas subi une grande altération, et qu'on y trouve encore des principes gélatineux, surtout dans ceux des cavernes.

278. *Fer d'alluvion.* — Plusieurs géologistes ont cru pouvoir rapporter au terrain diluvien des minerais de fer que l'on désigne souvent par les noms de *fer d'alluvion* et de *fer en grain;* mais les relations géognostiques de ces dépôts ne sont pas encore bien déterminées. Il y a même lieu de croire que le plus grand nombre d'entre eux doit se ranger dans les terrains ammonéens. Ces minerais appartiennent en général à l'espèce limonite, et forment des filons fragmentaires et des couches ou amas superficiels, qui se trouvent

ordinairement dans les pays de calcaire jurassique. Ils produisent assez généralement du fer de bonne qualité.

Ces dépôts renferment souvent des fragments de calcaire jurassique mêlés avec ceux de limonite, et comme ces fragments sont quelquefois conglomérés en une roche cohérente, il y a un véritable rapprochement entre ces dépôts et les brèches osseuses, rapprochement qui s'est confirmé, du moins pour quelques-uns d'entre eux, par la présence de débris de mammifères diluviens dans les minerais de fer en grain de la Souabe et de la Carniole *.

En considérant ces minerais sous le rapport de leur texture, on peut y distinguer trois modifications principales :

279. L'une, qui paraît appartenir réellement aux terrains diluviens, est composée de fragments plus ou moins arrondis, de formes très-irrégulières et de volumes très-inégaux. Nous citerons comme exemple de cette modification, les mines de fer situées au nord de Mersch près de Luxembourg, où le minerai forme deux couches au milieu d'un dépôt sableux.

La limonite s'y présente aussi en nombreux fragments épars sur le sol.

280. La seconde modification, qui est le *fer en grain proprement dit* ou *fer pisiforme,* ou *Bohnerz* des Allemands, est principalement composée de grains de limonite, de la grosseur d'un pois, quelquefois plus petits, d'autres fois plus gros, mais souvent de volume assez uniforme. Ces grains sont ordinairement engagés dans une argile ferrugineuse, qui forme, avec des couches de sable, d'argile et de calcaire conglomérés, de petits systèmes superficiels sur le terrain jurassique ou des filons dans ce terrain. Ces dépôts sont notamment très-communs dans le Berry, dans la Franche-Comté, dans l'Argovie et dans la Souabe; mais il paraît qu'il n'y en a qu'un très-petit nombre qui appartiennent au terrain diluvien, et que les autres doivent être rapportés aux systèmes intermédiaires et entre les terrains crétacé et jurassique.

281. La troisième modification, qui est probablement tout à fait étrangère au terrain diluvien, se distingue des autres parce que les parties cohérentes qui s'y trouvent engagées dans le dépôt terreux sont plus volumineuses, et n'ont point en général les formes de grains ou de fragments arrondis, mais présentent communément des fragments anguleux, des rognons ou des blocs qui renferment quelquefois des géodes tapissés de cristaux de quartz ou de calcaire. Nous citerons, comme exemple de cette modification, plusieurs mines

* M. Schübler (voir l'ouvrage de M. d'Alberti, intitulé : *Die Gebirge des Königreichs Würtemberg, Stuttgart,* 1826, p. 303) dit que l'on trouve dans le minerai de Salmandingen, dans le Rauhe Alb, des dents de rhinocéros, de mastodonte, de lophiodonte, de cheval, de castor et de cerf. D'un autre côté, M. Necker-Saussure (*Ann. des sciences nat.*, t. XVI, p. 91) annonce également que l'on trouve des débris de mammifères dans les mines de fer en grain de la Carniole; il a notamment rapporté une dent d'*Ursus spelæus*, provenant des mines de Kropp.

du département de la Moselle, notamment celles de Saint-Pancré, qui se lient avec celles du Luxembourg, et qui se trouvent en filons, souvent placés les uns à côté des autres, et se réunissant vers le haut dans une espèce d'amas superficiel, de sorte que l'on pourrait dire que le calcaire forme quelquefois des dykes dans la limonite.

282. *Dépôts plusiaques.* — M. Brongniart a désigné sous le nom de *terrains clysmiens plusiaques*, divers dépôts formés de débris dans lesquels on trouve des minéraux précieux; tels que des diamants et autres pierres gemmes, de l'or, du platine, de l'étain, du fer, etc.; mais nous ne croyons pas que la connaissance de ces dépôts soit assez avancée pour que l'on puisse assigner leur véritable position géognostique, et surtout pour justifier une réunion qui paraît sujette à beaucoup de difficultés; mais, à défaut de notions positives à ce sujet, nous allons rapporter ici quelques passages de la description de M. Brongniart.

« Les terrains plusiaques, dit ce savant, sont généralement meubles ou faiblement agrégés. Ils se présentent en dépôts souvent épais, quelquefois très-vastes; tantôt remplissant le fond de vallées larges et presque horizontales, tantôt s'étendant sur des plaines ou des plateaux considérables et même assez élevés, tantôt, enfin, couvrant des dos ou des pentes très-peu inclinées de collines peu élevées.

» Ils sont composés de matières terreuses, de sables fins, de graviers et de cailloux de quartz laiteux, d'améthiste, de jaspe, de phtanite, de trapp, d'oxydes de fer, de titanate de fer, etc. Les cailloux dépassent rarement la grosseur d'un œuf, quelquefois cependant il y en a qui atteignent la grosseur de la tête; mais ceux-ci paraissent étrangers à la masse du terrain, et sont souvent formés de syénite, de diorite et de trapp.

» Ils renferment des grains ou cristaux à arêtes émoussées de corindon télésie de toutes couleurs, quelques corindons adamantins, des spinelles, des cymophanes, des topazes, des zircons hyacinthes et des zircons jargons, enfin des diamants, mais jusqu'à présent dans trois seuls points, dans l'Inde, à Bornéo et dans le Brésil *.

» Ils contiennent, mais toujours en grains ou paillettes, de l'or quelquefois assez abondamment; ils contiennent aussi du platine et les métaux qui l'accompagnent, mais seulement dans l'Amérique méridionale et au pied des monts Ourals, du ruthile et de l'anatase (au Brésil), de l'aimant, de l'oligiste, de la cassitérite, etc. »

283. *Étages moyen et inférieur. Nagelfluh de la Suisse.* — On a vu

* Depuis que M. Brongniart a écrit ces lignes, on a aussi découvert des diamants dans des terrains meubles, au pied des monts Ourals.

ci-dessus (266) que, dans l'état actuel de nos connaissances, il y a fort peu de dépôts que nous pouvons rapporter avec certitude aux *étages moyen et inférieur* du terrain diluvien; c'est donc avec doute que nous citerons comme exemple de l'étage moyen le dépôt que l'on désigne en Suisse par le nom de *Nagelfluh*, et que l'on considère ordinairement comme formant la partie supérieure d'un système tritonien, dont nous parlerons sous le nom de molasse. Ce dépôt, qui est principalement composé de gompholite, présente, au mont Rigi, un gîte qui a souvent attiré l'attention des observateurs par l'immense quantité de fragments arrondis que l'on y voit s'élever jusqu'à la hauteur de 1,900 mètres, et par la circonstance que les couches de gompholites semblent s'enfoncer sous le calcaire jurassique; apparence qui est probablement due à l'existence d'une grande faille. Les fragments qui entrent dans la composition de cette roche, sont principalement de calcaire; mais il y a aussi des grès, des psammites, des quartz et beaucoup d'autres roches, notamment du granite et du porphyre, semblables à ceux que l'on voit en masse dans le Schwarzwald. Ces fragments sont quelquefois d'un volume si considérable qu'ils forment des blocs de plusieurs mètres cubes; ils sont, en général, liés par une pâte, composée de sable, d'argile et de calcaire, laquelle est souvent assez friable, mais qui d'autres fois forme un ensemble tellement cohérent, que les noyaux se fendent avec la masse principale plutôt que de se détacher de leur ciment.

284. *Poudingues de Nemours.* — Enfin, nous citerons comme exemple de l'étage inférieur, des dépôts de silex roulés, libres ou réunis en *poudingues*, qui se trouvent dans les environs de *Nemours* (département de Seine-et-Marne). La position de ces dépôts a donné lieu à des discussions, des observateurs croyant qu'ils se trouvent tout à fait à la fin de la série des terrains tériaires, et d'autres pensant qu'ils sont placés entre un système nymphéen et un système tritonien; opinions qui, quoique contradictoires, paraissent également fondées; car il y a lieu de croire, d'après de nouvelles observations de M. Élie de Beaumont, que les matières dont il s'agit se trouvent dans les deux positions qui viennent d'être indiquées.

285. Nous ne parlerons pas ici des fossiles propres à ces deux étages, parce que ce sont les mêmes que ceux des étages correspondants des terrains nymphéen et tritonien, dont il sera question dans les articles suivants.

IIe GROUPE. — *Terrain nymphéen* *.

286. *Caractères généraux.* — Les six groupes dont nous venons de parler

* Ce groupe correspond aux *terrains tertiaires d'eau douce* de la plupart des géologistes, ainsi qu'aux *groupes épilymniques, paléothériens et marno-charbonneux* des terrains izémiens thalassiques de M. Brongniart.

nous ont présenté des dépôts peu puissants, d'une structure généralement irrégulière, et où l'état meuble domine. Ceux que nous allons examiner nous offriront, au contraire, des dépôts très-puissants, une stratification souvent régulière et une grande quantité de roches cohérentes. Le caractère le plus remarquable de celui de ces groupes que nous désignons par l'épithète de *nymphéen,* est de renfermer, comme nous l'avons déjà indiqué, des débris d'animaux analogues à ceux qui vivent dans les eaux douces et sur les terres. Ce terrain se présente souvent par bassins qui sont quelquefois entourés d'autres terrains, de la même manière que les eaux d'un lac sont entourés de terres. Les roches compactes y sont assez communes; mais elles y ont souvent de la tendance à devenir celluleuses. Du reste, ce terrain se lie d'une manière si intime avec les terrains tritonien, diluvien et tuffacé, qu'il est quelquefois très-difficile de les en distinguer.

287. *Division en étages.* — Nous divisons le terrain nymphéen en trois étages, ainsi qu'on l'a vu ci-dessus (264); mais l'indépendance des dépôts de ce groupe est cause qu'il règne encore beaucoup d'incertitude sur leurs rapports de position, et que l'on a fort peu d'exemples bien constatés à rapporter à l'étage supérieur.

288. *Terrain nymphéen du bassin de Paris.* — Nous commencerons en conséquence par faire connaître le *terrain nymphéen du bassin de Paris,* quoiqu'il ne présente que les étages moyen et inférieur; mais qui est un des dépôts de ce groupe les plus puissants et les mieux étudiés. Ce dépôt fait partie d'un grand massif tériaire, placé sur le terrain crétacé et formé d'un assez grand nombre de systèmes diluviens, nymphéens et tritoniens, qui alternent l'un avec l'autre. Cependant, en faisant abstraction des alternatives où l'on ne doit voir que ces oscillations que l'on remarque ordinairement à la jonction de deux terrains, on peut réduire ces systèmes à quatre massifs principaux, dont deux nymphéens, qui s'appuient respectivement sur deux massifs tritoniens. Toutefois, quoique ces quatre massifs reposent l'un sur l'autre, ils sont placés comme les tuiles d'un toit plutôt que comme les étages d'une maison, c'est-à-dire qu'ils ne se recouvrent pas complétement. D'un autre côté, leur position diffère aussi de celle des tuiles, parce que le massif supérieur, au lieu d'être le plus élevé, est le plus bas, et que l'on voit chacun des massifs suivants sortir de dessous celui qui le précède, et atteindre une plus grande élévation, d'où il résulte que chacun de ces massifs forme successivement le sol du grand massif et détermine les caractères de la contrée.

289. *Massif supérieur.* — Le massif supérieur, que M. Brongniart nomme *terrain épilymnique,* appartient à l'étage moyen du terrain nymphéen, et n'est ordinairement recouvert que par de faibles dépôts de terrain détritique, parce que le terrain diluvien supérieur, qui cependant est très-bien prononcé dans cette contrée, ne s'y trouve en général que dans des vallées,

communément plus enfoncées que les couches horizontales du terrain qui nous occupe. On peut reconnaître dans celui-ci trois systèmes, selon que le sable, le calcaire et la meulière y dominent; mais la position relative de ces trois systèmes n'est pas encore bien déterminée, et les deux derniers sont peut-être parallèles plutôt que superposés.

290. *Sable du Gâtinais.* — Le *sable* se trouve principalement dans la partie méridionale du bassin, notamment sur les bords de la Loire et dans le *Gâtinais*, où il détermine l'existence d'une région boisée.

Ce sable est caractérisé par de gros grains à peu près limpides. Il est tout à fait superficiel et recouvre indistinctement le calcaire nymphéen et le terrain crétacé qui l'avoisine. Comme on n'y voit pas de fossiles, ses relations géognostiques ne sont pas très-certaines, et il pourrait, à la rigueur, appartenir au terrain diluvien ou au terrain tritonien; mais il est plus probable qu'il appartient au terrain nymphéen, de même que les sables que nous allons voir avec les meulières.

291. *Calcaire de la Beauce.* — Le *calcaire* recouvre une portion considérable du bassin de Paris, et notamment la majeure partie de la contrée connue sous le nom de *Beauce*, qui est remarquable par sa fertilité pour la production des plantes céréales *.

Ce calcaire est ordinairement blanc, passant au jaunâtre et au grisâtre; il se compose de parties cohérentes et de parties meubles, souvent entremêlées d'une manière très-irrégulière. Les parties meubles sont ordinairement terreuses, quelquefois graveleuses, rarement caillouteuses. Les parties cohérentes présentent des passages depuis le calcaire le plus tenace jusqu'au plus friable. Leur texture est souvent compacte, quelquefois bréchiforme, grenue ou celluleuse. Les cavités qu'elles renferment sont de diverses formes; les unes ressemblent à de petites pointes d'aiguilles qui donnent à la roche l'aspect d'un fromage persillé; les autres forment des tubulures sinueuses, perpendi-

* Je ne dois pas laisser ignorer que l'on a élevé des doutes sur la question de savoir si tout le calcaire d'eau douce de la partie méridionale du bassin de Paris, appartient au massif supérieur, plutôt qu'au massif inférieur; en effet, comme le terrain tritonien, qui sépare ces deux massifs, manque sur les bords de la Loire, on n'y a pas de moyens directs pour prouver auquel des deux massifs on doit rapporter certaine couche en particulier, mais la continuité de ces couches calcaires, avec celles que l'on voit à Étampes et à Malesherbes recouvrir le grès de Fontainebleau, et les considérations exposées ci-dessus (288), sur la disposition générale des terrains qui composent le bassin de Paris, m'avaient fait annoncer, en 1813, que le calcaire de la Beauce et des environs d'Orléans faisait partie du massif supérieur, et depuis lors cette opinion a reçu une nouvelle confirmation par les observations de M. Héricart-Ferrand, qui a reconnu (*Ann. des sciences nat.*, t. VIII, p. 54), que les carrières de Château-Landon, l'un des points les plus contestés, appartiennent au massif supérieur; fait qui a été vérifié de nouveau par M. Élie de Beaumont.

culaires aux joints de stratification, et ressemblent à la trace du passage d'un gaz qui se serait fait jour au travers d'une pâte molle. Ces diverses cavités sont ordinairement tapissées d'un enduit noirâtre ou verdâtre. .

Lorsque ce calcaire est terreux ou friable, ou lorsqu'il a la propriété de se décomposer à l'air, on l'emploie à l'amendement des terres; lorsqu'il est cohérent et solide, on en fait de très-bonnes pierres de taille, qui sont quelquefois susceptibles d'être polies comme le marbre; tel est celui de Château-Landon. Il donne aussi de bonne chaux, et il devient quelquefois assez tenace et assez dur pour que l'on en fasse de bons pavés; ce qui provient ordinairement de sa combinaison avec la silice.

Ce calcaire est accompagné de marnes qui ne sont pas aussi généralement blanches que le calcaire et passent souvent au grisâtre. Cette dernière couleur, qui disparaît ordinairement par l'application de la chaleur, semble due à des parties charbonneuses provenant de la décomposition de végétaux.

Le calcaire et les marnes dont nous venons de parler renferment souvent des silex, ordinairement en rognons, quelquefois en petits bancs minces, et qui appartiennent communément à la variété cornée, passant à la meulière, au jaspe, au pyromaque et au résinite. La couleur la plus ordinaire de ces silex est le blanchâtre passant au rougeâtre, au jaunâtre et au noirâtre.

Les fossiles les plus communs dans ce dépôt sont : des lymnées, des hélices, des planorbes, des potamides et d'autres coquilles d'eau douce. M. Brongniart cite parmi les espèces les plus caractéristiques et les plus propres à distinguer ce massif, les espèces suivantes: *Cyclostoma elegans antiquum, Potamides Lamarkii, Planorbis cornu, Lymneus corneus, L. ventricosus, Pupa Defrancii,* ainsi que quelques végétaux, notamment le *Lycopodites squammosus,* les graines de *Chara medicaginula,* souvent désignées par le nom de gyronite, le *Nymphæa arethusa* et le *Carpolithes thalictroides.*

On peut aussi rapporter à ce système les ossements de mammifères trouvés à Montabusard, près d'Orléans, et qui appartiennent aux genres paléothère (*P. aurelianum*), cerf, etc.

292. *Meulières de Meudon.* — Les *meulières* recouvrent une grande partie des plateaux de la zone centrale du bassin de Paris; mais elles n'y forment que des dépôts superficiels, dont les rapports géognostiques sont souvent difficiles à déterminer. Cependant quelques-uns de ces dépôts, notamment ceux de *Meudon* et de *Montmorency,* reposant sur les sables et les grès du massif tritonien supérieur, appartiennent décidément au massif qui nous occupe.

Les meulières se trouvent ordinairement en fragments de diverses grosseurs, en amas, rarement en bancs, enfouis dans des sables plus ou moins souillés d'argile ferrugineuse ou de marne plus ou moins argileuse. On sait

que cette roche est un silex, criblé d'une multitude de cavités irrégulières, garnies de filets siliceux, disposés à peu près comme le tissu réticulaire des os et tapissé d'un enduit ocreux. Ces cavités sont souvent remplies de marne argileuse ou de sable argileux et ne communiquent point entre elles. D'autres fois la meulière devient plus compacte et passe au silex corné. Sa couleur ordinaire est le blanchâtre, passant au rougeâtre, au jaunâtre et même au bleuâtre.

Lorsque les meulières sont bien caractérisées et qu'elles forment des masses ou de gros fragments, on n'y voit aucune trace de corps organisés; mais dans les lieux où elles sont peu abondantes, et où elles se présentent en fragments peu volumineux, semblables aux rognons siliceux du calcaire, elles renferment ordinairement des fossiles, qui sont en général les mêmes que ceux que nous venons de citer. Les sables qui les accompagnent contiennent quelquefois des troncs de palmiers.

Les meulières sont employées dans les constructions; elles sont surtout recherchées pour les travaux hydrauliques et pour les fondations; mais leur usage le plus remarquable, celui dont elles tirent leur nom, est de servir à faire des meules de moulins.

293. *Massif inférieur.* — Le *massif nymphéen inférieur*, que M. Brongniart nomme *paléothorien*, forme au milieu du bassin de Paris une bande dirigée de l'est à l'ouest. On peut le considérer comme composé de quatre systèmes superposés l'un à l'autre * et qui sont respectivement caractérisés par la présence des meulières, par celle du calcaire siliceux, par celle du gypse et par celle d'un calcaire blanc.

294. *Meulières de la Ferté-sous-Jouarre.* — Nous ajouterons seulement à ce que nous venons de dire sur les *meulières* (292) que nous croyons

* La position du calcaire siliceux a donné lieu à des incertitudes provenant de ce que, dans les lieux où il est dominant, tous les systèmes qui le séparent de l'argile plastique, manquent; aussi en 1808 on le considérait comme parallèle au calcaire grossier (voir le *Journ. des mines*, tome XXIII, p. 427). J'ai fait connaître en 1815 les motifs qui me paraissaient devoir faire placer ce système dans le même étage que le gypse de Montmartre, et cette manière de voir a été adoptée par MM. Cuvier et Brongniart dans l'édition de 1822 de leur *Description géologique des environs de Paris*, où ces savants considèrent le calcaire siliceux comme le développement de quelques couches minces qui se trouvent dans la partie inférieure du système gypseux. Depuis lors M. Dufrénoy a été porté à le considérer comme supérieur au gypse, et les travaux de fortifications, que l'on a exécutés en 1831 à Pantin et près de Nogent-sur-Marne, me semblent prouver que le calcaire de la Brie, suivant la même règle que les autres terrains du bassin de Paris, se relève lorsque le terrain gypseux se développe, et finit en s'amincissant vers le milieu de la bande gypseuse, de manière qu'il ne forme plus au nord de la Marne que des dépôts très-minces, que l'on avait considérés comme appartenants au massif supérieur.

pouvoir rapporter au massif qui nous occupe, celles qui recouvrent le calcaire siliceux de la Brie et notamment celles des carrières de *la Ferté-sous-Jouarre,* qui sont en possession de fournir des meules à une grande partie de l'Europe et de l'Amérique.

295. *Calcaire de la Brie.* — Le *calcaire siliceux* domine dans la partie orientale du massif, notamment dans la contrée connue sous le nom de *Brie,* où il n'est souvent recouvert que par des dépôts superficiels de meulières, dont les argiles rendent le sol humide et donnent naissance à beaucoup d'étangs.

Ce calcaire est remarquable par sa dureté, propriété qu'il doit à la silice, dont il est pénétré, et qui non-seulement y forme des blocs, des rognons et des veines de silex, dirigées en divers sens, mais qui se mêle si intimement avec la masse, que des morceaux qui paraissent composés de calcaire pur, laissent quelquefois, lorsqu'on les a soumis à l'action de l'acide nitrique, une masse siliceuse spongieuse. Ce calcaire est ordinairement blanc ou blanc-grisâtre; sa texture est compacte; mais il est rempli de cavités, qui sont plus grandes que celles du calcaire d'eau douce coquillier, et sont souvent tapissées de concrétions siliceuses, notamment de mamelons de calcédoine et de cristaux de quartz.

Le calcaire siliceux donne de la bonne chaux; on cite notamment celle d'Essonne (Seine-et-Marne); on l'emploie aussi comme pierre à bâtir, et lorsqu'il est fortement imprégné de silice, il est très-propre à faire des pavés.

Les silex du calcaire siliceux deviennent quelquefois la partie dominante, et donnent ainsi naissance à des masses considérables de cette roche, qui appartiennent ordinairement aux variétés cornée et meulière, et passent quelquefois à la calcédoine.

Du reste, le système qui nous occupe est loin d'être exclusivement composé de calcaire siliceux. Cette roche passe au contraire très-souvent à du calcaire non siliceux, qui présente, sous le rapport de la cohérence et de la texture, des variations analogues à celles que nous avons indiquées dans le massif supérieur. On y voit aussi des lits de marnes calcaires et argileuses, et quelques bancs minces de magnésite.

Les fossiles sont très-rares dans ce système; on n'en connaît même pas dans le véritable calcaire siliceux; mais on en a observé dans le calcaire non siliceux, dans les marnes et dans les silex qui l'accompagnent. Ces fossiles suffisent pour prouver que ce système appartient au terrain nymphéen: mais les incertitudes que l'on a, dans certains cas, sur leurs positions, ou, dans d'autres cas, sur la détermination des espèces, ne permettent pas d'énoncer positivement la différence qu'ils présentent avec ceux du massif supérieur ou ceux des systèmes inférieurs.

296. *Gypse de Montmartre.* — Celui de ces derniers qui suit le calcaire

siliceux, est composé de *gypse,* de marne et d'autres roches moins abondantes qui alternent entre elles, et qui forment une série de petites collines allongées, plus ou moins détachées, qui se dirigent en général dans le sens de l'est à l'ouest, et dont l'une des plus connues est celle de *Montmartre* près de Paris.

Les couches de gypse sont quelquefois divisées en gros prismes irréguliers par des fissures perpendiculaires aux joints de stratification. Cette roche est généralement de couleur blanc-jaunâtre, sa texture est un intermédiaire entre le grossier et le lamellaire; elle renferme quelquefois beaucoup de cristaux de gypse, et contient presque toujours du calcaire; elle devient blanche par la calcination; et alors elle est très-employée dans les arts sous le nom de *plâtre.*

Le gypse de Montmartre est célèbre dans les fastes de la science par les débris d'animaux vertébrés qu'il renferme, et dont la détermination qu'en a faite le célèbre Cuvier a tant contribué aux progrès de la géologie. On distingue parmi ces animaux : des paléothères (*P. magnum, P. medium, P. crassum, P. latum, P. minus, P. minimum*); des anoplothères (*A. commune, A. secundarium*); le *Xiphodon gracile;* des dichobunes (*D. leporinus, D. murinus, D. obliquus*); le *Chœropotamus parisiensis,* le *Canis parisiensis,* une espèce de genette, une espèce de coati, le *Didelphis parisiensis,* une espèce d'écureuil, deux espèces de loirs, plusieurs espèces d'oiseaux qui ne sont pas encore bien déterminées, une espèce de crocodile, deux espèces de trionix, une espèce d'émyde, la *Perca minuta,* des cyprins (*C. squamosus, C. minutus*); la *Pœcilia Lametherii,* l'*Anormurus macrolepidotus* et l'*Amia ignota.*

Il paraît que jusqu'à présent on n'y a pas trouvé d'autres coquilles que le *Cyclostoma mumia.*

Les marnes qui accompagnent le gypse sont plus ou moins argileuses et plus ou moins calcaires; leur couleur est souvent verdâtre, d'autres fois grise, jaunâtre, blanchâtre ou composée d'un mélange de quelques-unes de ces couleurs : il y en a que l'on emploie à faire des poteries, d'autres qui servent à dégraisser les étoffes, etc.

Ces marnes passent quelquefois à la roche particulière que l'on a appelée schiste happant, *Klebschiefer,* ou argile feuilletée. Il en est qui renferment des rognons de célestine gris-verdâtre.

Les rognons quartzeux ne sont pas non plus étrangers à ce système, car on voit quelquefois du silex dans le gypse, et le schiste happant renferme souvent la variété du résinite nommée ménilite, parce qu'on la trouve principalement dans les carrières de Menilmontant.

Les fossiles sont généralement assez rares dans ces marnes : on y a cependant trouvé le *Lymneus longiscatus* et le *Cyclostoma mumia,* ainsi que

quelques coquilles marines ; mais celles-ci doivent être considérées comme appartenant au terrain tritonien ; parmi les bancs que l'on a cru être dans ce cas, il en est un qui est très-remarquable par la constance avec laquelle il se présente, à des distances considérables, dans la partie supérieure du système, et par l'abondance de coquilles bivalves qu'il renferme. Ces coquilles ont souvent été prises pour des cythérées, mais il est très-possible qu'elles appartiennent au genre cyrène, et que d'autres petites coquilles qui les accompagnent, et que l'on rapportait aux spirorbes, soient des planorbes, ce qui ferait rentrer ce banc dans le terrain nymphéen, ainsi que les autres couches qui l'environnent.

297. *Calcaire de la plaine Saint-Denis.* — Le système gypseux est suivi par des couches où domine de nouveau un *calcaire* blanchâtre accompagné de marne et de sable, et qui recouvre, entre autres, *la plaine Saint-Denis* au nord de Paris. Ce calcaire, qui, sous plusieurs rapports, ressemble à ceux des systèmes supérieurs, est généralement plus compacte et moins celluleux, il y en a même qui est remarquable par la manière dont il présente nettement et exclusivement la texture compacte ; tel est celui que les ouvriers désignent par le nom de *clicart,* parce qu'il est sonore, et qui se trouve au passage de ce système avec le terrain tritonien.

Il renferme aussi des rognons de silex de diverses variétés parmi lesquelles on distingue celle dite nectique, qui est si légère qu'elle flotte sur l'eau, et que l'on rencontre principalement à Saint-Ouen près de Saint-Denis. On y trouve aussi la ménilite, et il paraît que le calcaire de ce système passe quelquefois à un véritable calcaire siliceux semblable à celui de la Brie.

Les fossiles sont assez abondants dans ce système, les plus communs sont le *Lymneus longiscatus,* le *Bulimus atomus,* le *Bulimus pusillus,* le *Cyclostoma mumia ;* on y trouve aussi d'autres lymnées, des planorbes, des graines de charagne, des ossements de *Paleotherium minus* et des coquilles marines, mais ces dernières doivent être considérées comme appartenantes au terrrain tritonien.

298. *Lignite du Soissonnais.* — Outre ces divers dépôts, le bassin de Paris présente encore un système de terrain nymphéen caractérisé par la présence du *lignite,* et qui se trouve principalement dans la partie septentrionale, notamment aux environs de *Soissons,* mais sur la position géognostique duquel on n'est pas encore d'accord. En effet, plusieurs géologistes pensent que ce dépôt est inférieur au calcaire grossier, parce qu'il se montre ordinairement dans des vallées bordées par des plateaux de calcaire ; mais comme, d'un autre côté, il a beaucoup de rapports avec des dépôts qui se trouvent vers le point de jonction du calcaire grossier avec le massif que nous venons d'examiner, d'autres géologistes croient devoir le rapporter à ce massif, et pensent que les dépôts que l'on voit à un niveau plus bas que le calcaire grossier, se

trouvent adossés aux flancs des vallées et ne passent pas sous le calcaire. Or, cette manière de voir vient de recevoir un nouvel appui par l'observation que M. Élie de Beaumont a faite, dans ces derniers temps, en Picardie *, de dépôts de lignites intercalés dans des marnes vertes qu'il rapporte à celles du gypse de Montmartre.

Quoi qu'il en soit, le système qui nous occupe se compose principalement de grès, de marnes argileuses et de lignite. Ce dernier présente beaucoup de variétés, depuis celle fibreuse, qui ressemble à du bois à peine altéré, jusqu'au jayet. On l'emploie comme combustible; mais on l'exploite principalement sous le nom de *terres noires*, pour faire de la couperose, attendu qu'il est presque toujours accompagné de pyrites. Lorsqu'il a été brûlé, on l'emploie aussi; sous le nom de *cendres*, à l'amendement des terres.

Les principaux minéraux qui se trouvent disséminés dans ce dépôt, sont, après les pyrites, le succin, le gypse en cristaux limpides, la webstérite mamelonnée et oolitique, l'apatite terreuse en rognons, la célestine en petits cristaux et le quartz également en petits cristaux limpides.

Les principaux fossiles terrestres et d'eau douce trouvés dans ce système, sont : le lophiodonte du Laonnais, des planorbes (*P. rotondatus*, *P. incertus*, *P. punctatus*, *P. prevostinus*); la *Physa antiqua*, le *Lymneus longiscatus;* des paludines (*P. virgula*, *P. unicolor*, *P. Desmarestii*); la *Melania triticea;* des mélanopsides (*M. buccinoides*, *M. costata*); des nérites (*N. globulosa*, *N. pisiformis*, *N. sobrina*); des cyrènes (*C. tellinoides*, *C. cuneiformis*); le *Potamophyllites multinervis.*

On y a aussi observé quelques coquilles marines, mais on doit les considérer comme appartenantes au terrain tritonien.

299. *Terrain nymphéen de la Limagne d'Auvergne.* — On trouve aussi des dépôts de terrain nymphéen au sud du grand massif tériaire de Paris. Les uns, en petite quantité et fort restreints, reposent sur les terrains ammonéens qui séparent le massif tériaire des montagnes d'Auvergne. Les autres, qui s'étendent dans ces montagnes, reposent sur les terrains primordiaux, et sont souvent recouverts, traversés et même quelquefois tout à fait entourés par des terrains pyroïdes. La plupart de ces *dépôts nymphéens*, notamment ceux des environs du Cantal, du Vélay, des plaines de Montbrison et de Roanne, sont aussi très-peu développés; mais il en est un qui est, au contraire, remarquable par sa puissance, c'est celui *de la Limagne d'Auvergne*, qui s'étend dans la vallée de l'Allier depuis Brioude jusqu'au confluent de l'Allier et de la Loire.

Ce dépôt, qui est composé de calcaire accompagné de marnes, de sable, de grès et quelquefois d'arkose, remplit une dépression longitudinale ou grande

* Mémoires de la Soc. géolog. de France, t. Ier, p. 107.

vallée, en s'appuyant, de chaque côté, sur les terrains granitique et houiller qui constituent les plateaux environnants, dont il forme, pour ainsi dire, la bordure, étant lui-même traversé par la vallée proprement dite de l'Allier.

Le calcaire de la Limagne a communément une texture compacte passant à la texture grenue. Sa couleur ordinaire est le blanc passant au jaunâtre; quelquefois il est noirci par la présence du bitume : tel est notamment le cas de celui des environs du Puy-de-la-Pège près de Clermont, où l'on a creusé un puits pour recueillir du pétrole et du malthe. Ce calcaire est quelquefois très-cohérent, d'autres fois friable et même meuble. On remarque, surtout dans les assises supérieures, des couches presque entièrement formées de petits grains et de petites coquilles non adhérentes et qui renferment des noyaux, des rognons et des blocs de calcaire concrétionné. Ces concrétions renferment souvent dans leur intérieur des cavités, en forme de tubes droits et courts, que Bosc a appelées *Indusia tubulata*, et qu'il a considérées comme étant l'ouvrage d'animaux analogues aux larves des phryganes. Cette tendance à présenter des formes concrétionnées au milieu de dépôts meubles, donne à ces couches une grande ressemblance avec celles du terrain tuffacé, qui d'ailleurs se trouve aussi dans la Limagne, et qu'il est souvent très-difficile de distinguer du calcaire nymphéen.

Les marnes alternent avec le calcaire, mais occupent principalement la partie inférieure.

Les grès sont ordinairement calcarifères et forment généralement la partie inférieure du système, en alternant, dans leurs assises supérieures, avec les marnes; leurs fossiles sont des cyrènes et des empreintes de plantes. Ces grès reposent immédiatement sur le terrain houiller et sur le terrain granitique; dans ce dernier cas les assises inférieures sont ordinairement des arkoses, c'est-à-dire qu'elles renferment du feldspath; c'est dans cette arkose que l'on a trouvé du dusodyle à Saint-Saturnin.

Les sables sont abondants dans la Limagne; mais il est souvent difficile d'y distinguer ceux qui appartiennent aux terrains nymphéens de ceux que l'on doit considérer comme appartenants aux terrains diluvien et alluvien.

Les fossiles trouvés dans le calcaire de la Limagne sont, d'après MM. Jobert et Croiset : deux espèces voisines des anoplothères, dont l'une est plus petite que l'*A. leporinum*, et l'autre un peu plus grande; un lophiodonte, un anthracothère, un hippopotame, un ruminant, un chien, une martre, un lagomis, un rat, trois ou quatre oiseaux, et notamment des œufs parfaitement conservés; une ou deux tortues, un crocodile, un serpent ou lézard, des hélices, des paludines, des planorbes, des lymnées, le *Cypris faba* de Desmarest; l'*Indusia tubulata* de Bosc; des débris de plantes, notamment de charagne, et une graine voisine des *Carpolithes thalictroides*.

M. de Laizer dit que les assises supérieures sont caractérisées par des hélices,

des paludines, des bulimes, des cyclostomes et des *Indusia tubulata;* tandis que les assises inférieures seraient caractérisées par la présence des lymnées, des planorbes et des animaux vertébrés.

Il y a lieu de croire que ce dépôt appartient à l'étage inférieur du terrain nymphéen, et que l'étage supérieur n'est représenté dans la Limagne que par des couches diluviennes de sables et de cailloux, qui alternent avec des dépôts pyroïdes, et dont quelques-unes renferment un grand nombre d'ossements fossiles, dans lesquels MM. Croiset et Jobert ont reconnu un éléphant, un ou deux mastodontes, un hippopotame, un rhinocéros, un tapir, un cheval, un sanglier, cinq ou six chats, deux hyènes, trois ours, un chien, une loutre, un castor, un lièvre, un campagnol, deux bœufs et quinze cerfs.

300. *Lignite de Provence.* — Le midi de la France contient aussi beaucoup de dépôts nymphéens, mais nous ne citerons que ceux qui recèlent les *lignites de la Provence,* et que M. Élie de Beaumont considère comme appartenants à l'étage moyen.

Ces lignites ressemblent beaucoup à de la houille, mais ils ne jouissent pas de la faculté de se boursoufler ni de se coller lors de leur combustion. On les exploite dans plusieurs localités, notamment à Fuveau, où ils alternent avec des couches de marne passant au calschiste et au calcaire argileux, ordinairement noirâtre ou brunâtre, quelquefois schistoïde, souvent bitumineux et fétide. On trouve dans ces couches une grande quantité de coquilles, que l'on rapporte aux genres mélanie, paludine, mulette ou cyrène. On a aussi trouvé dans le lignite des ossements que l'on croit appartenir aux crocodiles, et beaucoup de débris végétaux, notamment le *Phyllites cinamomeifolia.*

Les parties supérieures de ce système se lient avec des couches de calcaire congloméré qui le recouvrent en stratification concordante, et qui, renfermant des coquilles marines, doivent être rapportées au terrain tritonien.

301. *Lignite de la Suisse.* — Des *lignites* semblables à ceux de Provence se trouvent aussi en *Suisse,* où ils forment, dans la partie inférieure de la molasse, de petits dépôts composés, outre le lignite, de calcaire bitumineux, de marne et de macigno. Parmi les exploitations de ce combustible, nous citerons celle de Kœpfnach près de Horgen, canton de Zurich, qui est célèbre dans la géologie, parce que l'on y a trouvé des débris de castor, de mastodonte (*M. angustidens*) et de rhinocéros. Ces restes de mammifères sont accompagnés de planorbes, de lymnées, de mélanies (*M. Escheri*), et de lignite bacillaire, qui paraît provenir de plantes monocotylédones que M. Adolphe Brongniart a nommées *Endogenites bacillaris.*

302. *Dépôt d'Œningen.* — Nous terminerons ces exemples en citant un *dépôt* que M. Élie de Beaumont rapporte à l'étage supérieur, c'est celui d'*Œningen* près du lac de Constance en Souabe. Le terrain nymphéen y remplit un enfoncement dans la molasse et s'y trouve lui-même creusé par le lit du

Rhin. Il y est recouvert par un dépôt diluvien meuble peu puissant, et s'y compose d'un grand nombre de couches, ordinairement minces, souvent feuilletées, de calcaire, de marne argileuse, de calschiste et de macigno, qui ont fréquemment l'odeur bitumineuse, et qui renferment une grande quantité de fossiles dont les naturalistes se sont beaucoup occupés. L'un des plus célèbres, qui a été longtemps connu sous le nom d'*homo diluvii testis*, est un triton ou salamandre aquatique, d'un mètre de long; on y a aussi trouvé un renard, un rongeur voisin des cobayes, des chéloniens, une grande quantité de poissons, des crustacés, des insectes, des lymnées, des anodontes et des débris de végétaux dicotylédones.

IIIe GROUPE. — *Terrain tritonien* *.

303. *Caractères principaux*. — Nous avons déjà indiqué (264) que le terrain tritonien se distingue principalement du terrain nymphéen parce que les fossiles qu'il recèle proviennent en général d'animaux analogues à ceux qui vivent dans les mers. Ses dépôts ont ordinairement plus d'étendue que ceux du terrain nymphéen, et donnent moins l'idée d'un bassin proprement dit. Les textures conglomérées et grossières y sont plus communes, et la texture compacte plus rare que dans le groupe nymphéen. Du reste, ce terrain se confond non-seulement avec le terrain nymphéen, ainsi que nous l'avons déjà dit, mais aussi avec le terrain diluvien et avec le terrain tuffacé marin, dont il est quelquefois très-difficile de le distinguer.

304. *Division en étages*. — Nous divisons le terrain tritonien, comme les autres terrains tériaires (264), en trois étages, qui sont respectivement caractérisés par des fossiles qui présentent successivement plus de différences avec les espèces actuelles. Le petit nombre de ces fossiles qui appartiennent à la classe des mammifères, correspondent à ceux que nous avons déjà indiqués dans les terrains diluvien et nymphéen, et quant aux nombreux débris de mollusques et de zoophytes, on a remarqué que l'étage supérieur contient une assez forte proportion d'espèces encore existantes, que ce nombre est beaucoup moindre dans l'étage moyen et presque nul dans l'étage inférieur. Du reste, les différences paléontologiques et minéralogiques que présentent souvent les dépôts tritoniens d'un même étage placés dans des contrées différentes, et les ressemblances qu'offrent les dépôts d'étages différents situés dans une même localité, sont cause qu'il existe encore beaucoup d'incertitude sur les rapports des divers systèmes qui composent ce groupe.

305. *Terrain tritonien du bassin de Paris*. — Les motifs qui nous ont

* Ce groupe correspond aux *terrains tertiaires marins* de la plupart des géologistes, ainsi qu'aux *terrains thalassiques protéiques et tritoniens* de M. Brongniart.

fait prendre (288) le terrain nymphéen du bassin de Paris pour premier exemple de ce groupe, seront cause aussi que nous parlerons en premier lieu du terrain tritonien de ce bassin, quoique l'étage supérieur n'y existe pas non plus.

On a vu ci-dessus (288) que ce dépôt tritonien forme deux massifs séparés par un massif de terrain nymphéen inférieur.

306. *Massif supérieur.* — Celui de ces massifs qui est placé entre les deux étages nymphéens et que, d'après M. Élie de Beaumont, nous rapportons à l'étage moyen, se montre principalement dans le milieu du bassin et peut être considéré comme formé de trois systèmes principaux, selon que le sable coquillier, le grès blanc et la marne y dominent. La position relative de ces systèmes n'est pas encore bien déterminée, cependant le sable coquillier est ordinairement au-dessus des marnes, et on a supposé que le grès blanc n'est qu'un développement extraordinaire de quelques couches qui, dans certaines localités, forment la partie inférieure du sable coquillier.

307. *Grès de Fontainebleau.* — Ce développement a surtout lieu dans les environs de Fontainebleau, où ce système forme un dépôt puissant, composé de sable blanc, dans lequel on trouve des bancs, des amas et des blocs de grès blanc. La surface de ces masses présente souvent des espèces de circonvolutions ou de larges mamelons, à peu près semblables à ce qui se forme à la superficie d'une pâte molle, sur laquelle on projette, d'une certaine élévation, d'autres parties de la même pâte. Dans les lieux où le sol est inégal, on voit souvent beaucoup de ces blocs de grès entassés sur les pentes. Ces grès sont très-estimés pour faire des pavés, et les sables sont recherchés dans plusieurs fabriques à cause de leur pureté.

C'est dans ce système que l'on a trouvé des cristaux composés de calcaire quartzifère, qui ont été célèbres dans la cristallographie, sous le nom de grès cristallisé de Fontainebleau.

308. *Sables coquilliers.* — Les sables coquilliers sont aussi accompagnés de grès, et sont presque toujours mélangés d'argile, de calcaire, de mica et de limonite qui leur donne une couleur jaunâtre. On y voit aussi quelques lits de marne ordinairement sableuse et des rognons de limonite.

309. *Marnes.* — Ces marnes deviennent ensuite plus abondantes et plus calcaires, et forment ainsi un système intermédiaire entre les sables coquilliers et le système gypseux dont il a été question à l'article précédent; elles se lient même si intimement avec ce dernier, ainsi que nous l'avons déjà dit, que la seule présence des coquilles de mer ou d'eau douce peut faire connaître auquel des deux terrains appartiennent certaines couches; le système qui nous occupe étant également composé de marnes blanches, jaunâtres et verdâtres, et de calcaire compacte blanc ou blanc-jaunâtre: il est caractérisé par une grande quantité d'huîtres.

310. *Fossiles.* — Les principaux fossiles de ce massif sont, d'après M. Brongniart, quelques os de cétacés, notamment de lamentins; quelques os de poissons, ainsi que des aiguillons et des palais de raies; des pattes de crabes; l'*Ampullaria patula*, des cérites (*C. cristatum*, *C. lamellosum*, *C. mutabile*, *C. plicatum*, *C. cinctum*); l'*Oliva mitreola*, des fuseaux, des cadrans, des mélanies, des huîtres (*O. flabellula*, *O. hippopus*, *O. pseudochama*, *O. longirostris*, *O. canalis*, *O. cochlearia*, *O. cyathula*, *O. spatulata*, *O. lingulata*); des cythérées (*C. nitidula*, *C. lævigata*, *C. elegans*, *C. convexa*, *C. plana*); le *Cardium obliquum*, la *Nucula margaritacea*, le *Pectunculus pulvinatus*, la *Crassatella compressa*, la *Donax retusa*, la *Corbula rugosa*; des balanes, etc.

311. *Massif inférieur. Calcaire grossier de Paris.* — Le massif inférieur, auquel M. Brongniart donne exclusivement le nom de *terrain tritonien*, est caractérisé par la présence du beau calcaire grossier qui a servi à construire les monuments de Paris. Il occupe la partie septentrionale du bassin, et atteint, dans les collines de Laon, une élévation de 300 mètres. Ce calcaire forme des couches quelquefois très-puissantes; sa couleur est ordinairement jaunâtre, sa composition très-mélangée, et il passe souvent au grès et au sable.

Il se lie dans sa partie supérieure avec le terrain nymphéen, et cette liaison ne consiste pas seulement dans un passage minéralogique, mais dans certains rapports paléontologiques. En effet, les couches supérieures, qui prennent souvent la texture compacte, si commune dans le terrain nymphéen, présentent non-seulement des mélanges de coquilles marines et lacustres, tel est le grès de Pierrelaye (Seine-et-Oise); mais la coquille la plus abondante et la plus caractéristique de ces couches est une espèce de cérite (*C. lapidosum*) qui ressemble beaucoup à celles qui vivent de préférence dans les eaux saumâtres, et qui se rapproche tellement des potamides du terrain nymphéen, qu'elle pourrait être aussi bien placée dans ce genre que dans celui des cérites.

Les assises moyennes renferment les gîtes de Grignon (Seine-et-Oise) et de Courtagnon (Marne), si célèbres dans l'histoire des fossiles par l'immense quantité de coquilles que l'on y trouve et par leur belle conservation.

Les assises inférieures sont caractérisées par la présence d'une grande quantité de nummulites et de madrépores qui ne se trouvent pas ou presque pas dans les couches supérieures; elles le sont aussi parce que le calcaire y passe à la glauconie, c'est-à-dire qu'il renferme des grains de chlorite de couleur verdâtre. Ces assises inférieures ont aussi plus de tendance à passer au grès et au sable.

312. L'énumération des fossiles observés dans le calcaire grossier serait beaucoup trop longue pour les bornes de cet ouvrage, car le nombre en est

de plus de douze cents. Nous nous bornerons à indiquer les genres qui, d'après M. Brongniart, méritent le plus d'attention; ce sont ceux dont les noms suivent :

Leucosia.
Inachus.
Palinurus.
Serpula.
Miliolites.
Nummulites.
Nautilus.
Pleurotoma.
Rostellaria.
Fusus.
Pyrula.
Fasciolaria.
Tritonium.
Murex.
Cerithium.
Terebra.
Buccinum.
Cassidaria.
Cassis.
Cancellaria.
Strombus.
Conus.
Terebellum.
Cyprea.
Fissurella.
Emarginula.
Calyptrea.
Hipponix.
Chiton.
Balanus.
Terebratula.
Ostrea.
Spondilus.
Pecten.
Lima.
Vulsella.
Avicula.
Mitylus.
Modiola.
Pinna.
Arca.
Cucullea.
Pectunculus.
Nucula.
Venericardia.
Chama.
Cardium.
Donax.
Tellina.
Lucina.
Mactra.
Erycina.
Crassatella.
Cytherea.
Oliva.
Ancillaria.
Mitra.
Voluta.
Marginella.
Siliquaria.
Solarium.
Trochus.
Turbo.
Monodonta.
Delphinula.
Turritella.
Scalaria.
Dentalium.
Melania.
Phasianella.
Ampullaria.
Natica.
Nerita.
Tornatella.
Auricula.
Pyramidella.
Bulla.
Patella.
Venus.
Corbis.
Corbula.
Solen.
Clavagella.
Teredo.
Fistulana.
Spatangus.
Nucleolites.
Cassidulus.
Scutella.
Turbinolia.
Caryophillia.
Astrea.
Alveolites.
Orbitolites.
Eschara.
Dactylopora.
Oculites.
Polytripes.
Lunulites.
Flustra.
Pinus.
Equisetum.
Caulinites.
Zosterites.
Pontamophyllites.
Endogenites.
Flabellaria.
Phyllites.

M. Brongniart appelle aussi l'attention sur les espèces dont les noms suivent,

qu'il considère comme étant les plus caratéristiques de l'étage qui nous occupe :

Nummulites lævigata.	*Cyprea inflata.*	*Venericardia planicosta.*
Nautilus imperialis.	*Oliva mitreola.*	*Arca diluvii.*
Pleurotoma filosa.	*Trochus agglutinans.*	*Corbula gallica.*
Fusus rugosus.	*Voluta cithara.*	*Pectunculus pulvinatus.*
Pyrula ficus.	*Solarium plicatum.*	*Solen vagina.*
Murex tripteris.	*Scalaria crispa.*	*Endogenites echinatus.*
Cerithium giganteum.	*Nerita conoidea.*	*Flabellaria parisiensis.*
Cassis harpæformis.	*Calyptrea trochiformis.*	*Phyllites linearis.*
Cancellaria costulata.	*Balanus tilinnabulum ?*	

Plusieurs autres espèces du genre cérite sont remarquables par leur abondance, qui est telle que l'on a souvent désigné le calcaire grossier du bassin de Paris par le nom de *calcaire à cérite.*

313. *Argile plastique de Paris.* — Nous parlerons ici d'un système que l'on range ordinairement dans les terrains nymphéens, mais qui, n'étant caractérisé par aucun fossile, nous semble mieux placé à la suite du calcaire grossier, avec lequel il se lie intimement *.

Ce système se compose principalement d'une *argile* que M. Brongniart a désignée par l'épithète de *plastique*, parce qu'elle conserve aisément les formes qu'on lui imprime, et qui se trouve plus particulièrement dans le milieu du bassin, notamment aux environs de Paris. Il ne présente pas une assise régulière, mais plutôt une série de petits dépôts isolés qui remplissent des dépressions du terrain crétacé sur lequel ils reposent immédiatement, sans néanmoins qu'il y ait aucune liaison ; ce qui annonce qu'il manque quelque

* J'avais émis en 1813 (voir le tome Ier des *Annales des mines*, pages 234 et 245) l'idée que l'on devrait ranger l'argile plastique dans la même division que le calcaire grossier ; mais MM. Cuvier et Brongniart, dans la seconde édition de leur *Description géologique des environs de Paris*, ayant considéré ce système comme constituant, avec le lignite du Soissonnais, une formation particulière d'eau douce, inférieure au calcaire grossier, j'avais cru devoir me conformer à cette manière de voir dans la première édition du présent ouvrage ; maintenant, qu'il est probable, ainsi qu'on l'a vu ci-dessus (298) que le lignite du Soissonnais a une position géognostique différente de celle de l'argile plastique, je crois pouvoir me permettre de ranger cette dernière dans le massif qui me semble le mieux lui convenir, d'après ses rapports géognostiques et minéralogiques. Je ferai remarquer à cette occasion que, quand même il serait reconnu que les deux systèmes dont il s'agit constituent effectivement un terrain particulier d'eau douce au-dessous du calcaire grossier, cette circonstance ne dérangerait pas la division en quatre massifs énoncée ci-dessus (288) ; car les petits dépôts que forment ces deux systèmes ne caractérisant aucune contrée du bassin de Paris, on ne peut, en aucun cas, les considérer comme formant un massif analogue aux quatre divisions que j'ai distinguées par cette dénomination.

chose à la série naturelle des terrains. Il n'y a pas non plus de liaison entre le système qui nous occupe et le calcaire nymphéen, lorsque celui-ci repose immédiatement sur celui-là, ainsi que cela se remarque dans la partie méridionale de la Brie; mais il paraît qu'il y a une liaison intime entre l'argile plastique et les dépôts fragmentaires que nous avons rapportés à l'étage inférieur du terrain diluvien (284); aussi serait-il possible que ce système fût aussi bien placé dans le groupe diluvien que dans le groupe tritonien.

L'argile plastique est ordinairement grise, d'autres fois blanche, jaune, rouge, violette ou noire; elle est quelquefois mélangée de sable et de lignite; elle recèle de temps en temps des noyaux, des grains ou des cristaux de pyrites, de gypse, de webstérite et de succin. Ces matières étrangères se trouvent principalement dans les parties que les ouvriers nomment *fausses glaises,* lesquelles, avec des sables et des grès, recouvrent souvent les dépôts d'argile bien caractérisés. Cette dernière ne renferme pas de fossiles; mais on en trouve dans les fausses glaises, qui sont ordinairement les mêmes que celles du calcaire grossier, mais qui, d'autres fois, ressemblent à ceux du lignite du Soissonnais.

314. *Terrain tritonien de Bruxelles. Caractères généraux.* — Le terrain tritonien forme, dans les environs de Bruxelles, un autre massif assez étendu *. Il y est d'une nature plus généralement sableuse que dans le bassin

* Depuis l'impression de l'article concernant le terrain tritonien de Bruxelles (314 à 323), il a été présenté à l'Académie des sciences et belles-lettres de cette ville un *mémoire sur la constitution géognostique de la province du Brabant,* qui nous donne sur les terrains tériaires de cette contrée des notions plus complètes que celles que l'on possédait jusqu'à présent.

L'auteur, M. H. Galeotti, désigne notre terrain tritonien par la dénomination de *terrains fluvio-marins supérieurs,* et distingue dans celui du Brabant deux divisions principales.

La première, qu'il nomme *médio-marine,* parce qu'il la considère comme inférieure au crag (325), ou *bélasique,* parce qu'elle recouvre le pays nommé anciennement Bélasie (actuellement Hageland), et qu'il rapporte au *Bagshot sand* (326), est peu caractérisée et se compose de sables ferrugineux, dans lesquels on ne trouve pas de fossiles, mais qui renferment des fragments de grès ferrugineux.

La seconde division, qui s'étend sur la plus grande partie de la province, est appelée *infra-marine* ou *tritonienne* par l'auteur, qui y distingue trois systèmes particuliers.

Le *supérieur* ou *calcaréo-sableux* se compose de sables calcarifères, de sables argileux, de sables ferrifères et de sables purs, dans lesquels sont subordonnés du calcaire, du grès, de la limonite, du lignite, etc.

Le *moyen* ou *quartzo-sableux* renferme aussi, mais en petite quantité, du sable calcarifère, du calcaire, de la limonite et des grès fistuleux.

L'auteur a reconnu dans ces deux systèmes 173 espèces de coquilles fossiles, dans le nombre desquelles 6 seulement ont leurs analogues vivants; sur les 167 qui n'ont point d'analogues vivants, 11 sont particulières au sol du Brabant; 75 se retrouvent à Grignon (311); 14 à Chaumont, autre localité du bassin de Paris; 26 dans l'argile de Londres (327);

de Paris ; ses divers systèmes n'y présentent pas des caractères aussi bien déterminés, et il s'y confond non-seulement avec le terrain nymphéen, mais aussi avec les terrains crétacé, diluvien et alluvien. Il ne paraît pas d'ailleurs être fort épais, car dans la partie méridionale du bassin, la seule où le sol soit sillonné par des vallons bien prononcés, on voit non-seulement paraître le terrain crétacé dans le fond des vallons, mais même les terrains primordiaux, sur lesquels le terrain tritonien repose souvent sans intermédiaire et d'ailleurs sans aucune liaison. Ce terrain, qui est, comme nous venons de le dire, principalement composé de sables, renferme aussi des grès ferrifères, des grès blancs, des grès fistuleux, des silex, du calcaire et de la marne argileuse.

315. *Grès ferrifères.* — Les grès ferrifères, qui sont, entre autres, très-abondants dans les environs de Louvain, se trouvent dans presque tout le bassin ; ils forment quelquefois des couches épaisses : alors ils ne contiennent

5 seulement dans le Plaisantin (336), mais qui se trouvent aussi dans le bassin de Paris ; et 2 dans le crag de Suffolk (325).

L'auteur regarde les fossiles suivants comme caractéristiques du bassin de Bruxelles, tant par leur abondance que par la variété des localités où ils se trouvent ; ce sont :

Squalus auriculatus.	*Cassidaria carinata.*	*Nucula margaritacea.*
Lamna cornubica.	*Rostellaria fissurella.*	*Pinna margaritacea.*
Actobates.	*Voluta spinosa.*	*Cardium porulosum.*
Nautilus Burtini.	*Calyptrea trochyformis.*	*Lucina divaricata.*
Operculina Orbignii.	*Dentalium Deshaysianum.*	*Mactra semisulcata.*
Nummulina lævigata.	*Terebratula trilobata.*	*Corbula pisum.*
Nummulina variolaria.	*Anomia strata.*	*Teredo navalis.*
Quinqueloculina saxorum.	*Ostrea plicatella.*	*Turbinolia sulcata.*
Melania marginata.	*Ostrea flabellula.*	*Lunulites radiata.*
Turritella granulosa.	*Pecten plebeius.*	*Orbitolites complanata.*
Turritella imbricatoria.	*Pecten solea.*	*Alcyonium.*
Solarium Nyslii.	*Pectunculus granulatoides.*	

Le *système inférieur* ou *glauconien* est un petit dépôt qui se trouve aux environs d'Orp, dans le sud-est de la province, et que nous avons rangé dans le terrain crétacé (364). L'auteur y a reconnu les fossiles suivants :

Turritella.	*Ostrea flabellula.*	*Lucina.*
Natica.	*Pecten.*	*Mactra ?*
Nummulina lævigata.	*Pectunculus granulatoides.*	*Cytherea nitidula.*
Bulla.	*Nucula margaritacea.*	*Cytherea tellinaria.*
Melania marginata.	*Pinna margaritacea.*	*Spatangus.*
Cassidaria carinata.	*Venericardia elegans.*	*Turbinolia sulcata.*
Voluta.	*Cardium porulosum.*	*Lunulites radiata.*
Dentalium Deshaysianum.	*Lucina divaricata.*	*Orbitolites complanata.*
Ostrea plicatilis.	*Lucina hyatelloides.*	*Alcyonium.*

ordinairement que la quantité de fer nécessaire pour colorer les grains de quartz en rougeâtre ou en brun; mais d'autres fois, et surtout quand le banc est mince, le fer est tellement abondant que la roche devient de la limonite qui a déjà été exploitée comme minerai.

316. *Grès blanc.* — Les grès blancs forment, au milieu des sables, des bancs, des blocs mamelonnés ou des rognons; quoiqu'ils soient communément blancs, ils passent aussi au grisâtre, au jaunâtre et au rougeâtre, ce qui les lie au grès ferrifère dont il vient d'être parlé; aussi voit-on quelquefois une même couche qui présente des bandes transversales, blanchâtres, jaunâtres et rougeâtres. Ces grès sont quelquefois si friables qu'ils se réduisent en sable à la moindre pression; d'autres fois ils sont si cohérents qu'ils passent au quartz grenu et au silex. On les emploie non-seulement à faire des pavés, mais aussi à faire des pierres de taille, des fûts et même des chapiteaux de colonnes.

317. *Grès fistuleux.* — Les rognons de grès blanc ont quelquefois de la tendance à prendre des formes allongées, irrégulières et fistuleuses, dont on est souvent tenté d'attribuer l'origine à la présence d'un fragment de tige de végétal, autour duquel le sable se serait agglutiné; car ces rognons se ramifient quelquefois, et quand on les brise, on voit ordinairement dans leur intérieur un tuyau qui est ou vide ou rempli par un noyau de même forme, qui se détache de la masse, comme s'il représentait la tige d'un végétal qui aurait été remplacée par la matière pierreuse postérieurement à la formation de l'enveloppe; mais il est à remarquer qu'excepté cette tendance à la forme rameuse, on ne voit dans ces rognons aucune trace d'organisation végétale.

318. *Silex.* — Ces rognons ont aussi une grande tendance à passer au silex, et l'on en voit souvent qui, ne présentant à l'extérieur qu'un sable grossièrement agglutiné, passent insensiblement à un silex corné qui forme l'intérieur.

319. *Calcaire grossier.* — Le calcaire qui existe principalement dans les environs de Bruxelles, se trouve également dans les sables, soit à l'état meuble, soit à l'état cohérent. Ce dernier forme plus souvent des blocs et des rognons dans les parties meubles, que des couches réglées; celles-ci sont d'ailleurs communément minces et d'une étendue peu considérable. Ce calcaire est presque toujours mélangé de sable, et passe au grès calcarifère; il est ordinairement jaunâtre, passant au blanchâtre et au grisâtre; sa texture, communément grossière, devient quelquefois grenue à grain fin et même compacte; sa cohérence est aussi très-variable, l'extérieur des blocs étant ordinairement friable, et l'intérieur tenace. On en fait de bonnes pierres de taille, mais toujours très-minces; à cause du peu d'épaisseur des masses; il sert aussi à faire de la chaux, mais de mauvaise qualité; les parties meubles ou friables sont employées à l'amendement des terres.

320. *Marne argileuse.* — La marne argileuse se trouve principalement

dans la partie occidentale du bassin, où elle est quelquefois assez puissante, car M. Van Breda dit que, dans la Flandre orientale, on n'a pas pénétré en dessous. Sa couleur est ordinairement le bleuâtre et le noirâtre; elle est en couches horizontales, ne se laisse pas traverser par l'eau, et renferme beaucoup de rognons, quelquefois des blocs et même de petits bancs de calcaire marneux, qui ressemble à celui que les Anglais désignent par le nom de *Septaria*. Ce calcaire se trouve notamment très-bien caractérisé dans les environs de Ruppelmonde.

321. *Position relative de ces divers membres.* — La position relative des divers membres du terrain tritonien du bassin de Bruxelles n'est pas encore déterminée d'une manière bien certaine, soit parce qu'ils sont plutôt parallèles que superposés, soit parce que leurs fréquentes interruptions, leur peu de puissance, l'abondance des dépôts meubles, le développement de la culture, la répétition des mêmes roches dans des positions différentes, et l'absence de corps organisés dans quelques-unes de ces roches, y rendent cette détermination plus difficile que dans d'autres bassins. C'est ainsi que quand on remarque la grande ressemblance du grès blanc de Bruxelles avec celui de Fontainebleau (307), et que l'on voit, dans le calcaire de Bruxelles, des nummulites, fossile caractéristique des assises inférieures du calcaire grossier de Paris (311), on est tenté de considérer le grès blanc comme supérieur au calcaire, tandis que l'on est conduit à une opinion diamétralement opposée, quand on fait attention que les grès blancs se trouvent communément dans le voisinage du terrain crétacé, tandis que le calcaire en est ordinairement plus éloigné.

322. *Division en trois systèmes.* — Parmi les travaux qui ont jeté le plus de lumières sur la position relative de ces terrains, nous citerons un mémoire de M. Van Breda sur la Flandre orientale, dans lequel sont indiqués trois systèmes : l'un, que l'auteur considère comme supérieur aux terrains tritoniens du bassin de Paris, l'autre qui correspond au massif supérieur, et le troisième qui représente le massif inférieur.

L'auteur ne décrit pas dans ce mémoire le premier de ces systèmes, parce qu'il ne se trouve pas dans la Flandre orientale; mais il est probable qu'il y range une partie des sables du nord-est de Bruxelles.

Le second système est principalement composé de sables à gros grains, colorés en certains endroits par de l'hydrate ferrique, et passant au grès, soit blanc, soit ferrifère. Ce sable est quelquefois recouvert par une couche de cailloux roulés d'une nature semblable aux silex de la craie, et qui sont, dans quelques endroits, conglomérés par un ciment ferrugineux *.

* Je pense que cette couche de cailloux et de poudingues doit être considérée comme appartenant au terrain diluvien plutôt qu'au terrain tritonien.

Le système inférieur est composé de deux membres principaux : l'un consiste dans de puissantes assises de sable et de grès, qui ressemblent à ceux du système supérieur, l'autre est formé par la marne argileuse à rognons calcaires, dont il a été parlé ci-dessus (320).

M. Van Breda fait en même temps observer que ces deux systèmes ne sont pas, comme leurs analogues du bassin de Paris, séparés par un étage de terrain nymphéen, et il convient que quelques-uns de leurs membres se ressemblent tellement qu'il est souvent impossible de les distinguer.

323. *Fossiles.* — M. Van Breda a reconnu dans les sables et les grès qui forment le membre supérieur de son système inférieur, des dents de requins, de spares et d'anarriques, ainsi que des coquilles de nautile, de dentale, de cadran, de crassatelle, de vénéricarde, de bucarde, d'isocarde, de peigne, d'huître, de térébratule, de nucule, de natice, de turritelle, de cérite, etc. Il a également observé dans la marne argileuse inférieure les genres dentale, rocher, toupie, rostellaire, cancellaire, volute, pleurotome, nucule, vénéricarde, etc. Du reste, la nature et la position des fossiles du bassin de Bruxelles ne sont pas encore connues d'une manière satisfaisante. Cependant, outre plusieurs fossiles que l'on considère comme annonçant la présence des deux massifs tritoniens du bassin de Paris, on en a observé qui annoncent un état de chose plus rapproché de la nature actuelle, et l'on a trouvé, dans les environs de Bruxelles, des ossements de blaireaux, d'éléphants, d'hippopotames, de ruminants, de cétacés, d'oiseaux, d'émydes ou tortues d'eau douce, de crapauds, etc. *

324. *Terrain tritonien du bassin de Londres.* — Londres est, comme Paris et Bruxelles, au milieu d'un grand bassin de terrain tériaire; ou plutôt, quand on jette les yeux sur une carte géognostique, on voit que les bassins de Londres et de Bruxelles ne forment qu'un même ensemble, coupé par le bras de mer qui sépare l'Angleterre du continent. Aussi le bassin de Londres ressemble-t-il beaucoup plus à celui de Bruxelles qu'à celui de Paris.

325. *Crag de Suffolk.* — Sa partie nord-est, c'est-à-dire, les comtés de Norfolk, Suffolk et Essex, présente un système que l'on appelle *crag*, et qui

* C'est à des observations de M. A. Morren, publiées dans le *Messager des sciences* de 1828, que l'on doit la connaissance de l'existence de restes de blaireaux, de ruminants, d'oiseaux, de sauriens, d'ophidiens et de crapauds dans le calcaire grossier des environs de Bruxelles, où ils se trouvent sous des lits de rognons de silex cornés, accompagnés d'huîtres, de dents de squale et de restes d'autres animaux marins. Les Émydes de Melsbroek près de Bruxelles, avaient déjà été décrites dès le siècle dernier, par M. de Burtin. M. Morren, qui en a découvert une espèce différente à Steenokerzeel, a dit qu'elles se trouvent dans une couche où l'on ne voit d'autres fossiles que des coquilles d'eau douce (ampbibulimes), ce qui rendrait très-probable l'opinion qu'il existe au milieu du terrain tritonien de Bruxelles un banc qui représenterait l'un des terrains nymphéens de Paris.

est, comme le dernier système de Bruxelles, supérieur à tous les terrains tritoniens et nymphéens du bassin de Paris. Ce système est en général peu épais, et formé de roches meubles et conglomérées, composées, pour la plupart, d'un mélange de quartz, de limonite, de calcaire, et d'une grande quantité de coquilles; ces coquilles présentent une espèce d'intermédiaire entre celles du terrain tritonien de Paris et celles de nos mers actuelles; elles sont accompagnées de débris de grands mammifères, parmi lesquels on cite des mastodontes (*M. angustidens*), des éléphants (*E. primigenius*), des hippopotames (*H. major*), des rhinocéros, des ruminants, des castors, des cétacés; mais on a élevé des doutes sur quelques-uns de ces derniers fossiles, notamment sur les débris d'éléphants, en ce sens que l'on a dit qu'ils pourraient appartenir à quelques dépôts diluviens superficiels, qui se seraient mêlés avec la partie supérieure du crag.

326. *Bagshot sand.* — Le crag est suivi, mais en stratification discordante, par un système sableux, que l'on désigne souvent par le nom de *Bagshot sand*, qui est composé de sable ocreux, accompagné de sable verdâtre, d'argile verdâtre et de marnes feuilletées, tachetées de blanc et de jaune. Ce dépôt renferme beaucoup de grains de chlorite et des coquilles fossiles des genres toupie, peigne et crassatelle.

327. *London clay.* — On trouve ensuite un puissant dépôt argileux, qui forme le caractère principal du bassin, et que l'on appelle ordinairement *London clay*, ou argile de Londres. Ce dépôt est principalement composé d'une marne argileuse, quelquefois sableuse, ordinairement de couleur bleuâtre ou noirâtre, renfermant, comme celle de la Flandre (320), des rognons ou *septaria* de calcaire argileux, traversés par des veines de calcaire cristallin, et présentant quelquefois des géodes tapissées de cristaux de barytine; on trouve aussi dans ce dépôt argileux de la pyrite et du gypse cristallisé. Les fossiles n'y sont pas aussi abondants que dans le bassin de Paris, et n'y présentent pas la même répartition dans les espèces; mais il y en a assez pour reconnaître l'étage inférieur du terrain tritonien, qui s'y trouve principalement caractérisé par la présence des nummulites et du *cerithium giganteum*, qui, dans le bassin de Paris, ne se rencontre que dans les couches inférieures du calcaire grossier.

328. *Sables inférieurs.* — Le *London clay* repose sur un dépôt puissant de sable, dont les assises supérieures renferment des lits de marne contenant des cristaux de gypse, et qui présente dans sa partie inférieure de l'argile et des cailloux roulés de silex. Les fossiles les plus communs de ce système sont des huîtres, des cythérées et des cérites. On y trouve aussi quelques cyclades et le *planorbis hemistoma*, qui sont des coquilles d'eau douce.

329. *Terrain tritonien du bassin inférieur de la Loire.* — La partie de la France qui est traversée par la portion inférieure de la Loire, présente

plusieurs lambeaux de terrains tritoniens, qui reposent indifféremment et immédiatement, sur tous les autres terrains qui paraissent au jour dans cette contrée, notamment sur le terrain nymphéen, sur le terrain crétacé, sur le terrain jurassique, sur le terrain houiller, sur le terrain talqueux et sur le terrain granitique.

Dans la Touraine, où ces lambeaux ne sont, en général, composés que de débris de coquilles, que l'on emploie pour l'amendement des terres, on leur donne le nom de *falun*. Dans les environs de Doué, de Savigné, de Nantes, de Rennes, etc., ils présentent une roche cohérente, que l'on appelle *grison*, et qui consiste ordinairement dans un calcaire coquillier mélangé de grains quartzeux, dont la texture souvent grossière passe au grésiforme ou au poudingiforme, et devient quelquefois concrétionnée. Cette pierre est très-bonne pour la bâtisse, et a été très-recherchée dans le moyen âge pour faire des cercueils.

Quoique les coquilles qui composent le falun soient en général brisées, et que leurs fragments soient quelquefois arrondis par le frottement, on en trouve beaucoup, même dans les espèces les plus délicates, qui sont remarquables par leur belle conservation. Du reste, l'ensemble de ces coquilles se rapproche de ce que l'on voit dans le crag, et par conséquent diffère beaucoup moins que celles du bassin de Paris, de ce qui existe dans nos mers actuelles. Quoique ces coquilles soient généralement marines, on y trouve aussi quelques espèces d'eau douce et de terre, ainsi que des restes de mammifères, dans le nombre desquels M. Desnoyers a reconnu le *Mastodon angustidens*, des hippopotames (*H. medius, H. minutus*), une grande espèce de rhinocéros, un petit cheval, un dinothère, le *Palæotherium majus*, un petit anthracothère, des cerfs, etc., fossiles qui annoncent l'étage moyen du terrain tritonien.

330. *Calcaire moellon du midi de la France.* — On trouve dans le midi de la France une roche que M. Marcel de Serres a désignée par le nom de *calcaire moellon ;* elle ressemble beaucoup au *grison,* dont nous venons de parler (329), renferme à peu près les mêmes fossiles, et paraît être également supérieure aux autres systèmes tritoniens qui se trouvent dans cette contrée. Cette roche est très-bonne pour les constructions; aussi plusieurs villes en sont bâties, notamment Marseille, Nismes, Montpellier, Barcelonne, etc.

331. *Molasse de la Suisse.* — Le terrain tritonien est extrêmement abondant en *Suisse,* où il est principalement caractérisé par la présence du macigno, nommé dans le pays *molasse.* Il y recouvre presque toute la partie basse de cette contrée située entre le Jura et les Alpes, et s'élève même quelquefois sur ces dernières à une grande hauteur. Ce dépôt diffère de ceux que nous avons examinés jusqu'à présent, non-seulement par sa nature dominante, mais aussi par sa stratification, qui est souvent très-inclinée, du moins

du côté des Alpes; car les couches qui approchent du Jura sont généralement horizontales.

Le macigno de la Suisse est ordinairement friable, d'où lui vient le nom de molasse; mais d'autres fois il est assez cohérent pour donner de bonnes pierres à bâtir. Sa couleur la plus commune est le gris passant au verdâtre, quelquefois au jaunâtre; il est presque toujours micacé; mais ses éléments minéralogiques étant forts sujets à varier, il passe à beaucoup d'autres roches. C'est ainsi que, quand le calcaire manque, on a du psammite; si c'est l'argile qui se perd, on a du grès ou du sable; si c'est le sable, on a de la marne ou du calschiste; si c'est le sable et le calcaire, on a de l'argile et du schiste argileux; si c'est le sable et l'argile, on a du calcaire, et ces diverses roches alternent plus ou moins avec le macigno.

Le terrain de molasse se lie ou alterne, même dans sa partie supérieure, avec le *nagelfluh,* dont il a été parlé ci-dessus (283); il passe, dans sa partie inférieure, aux petits dépôts de lignite, dont il a été question à l'article du terrain nymphéen (301), et dans les localités où ces dépôts manquent, il repose sur les terrains ammonéens.

La molasse recèle peu de fossiles; ceux qui s'y trouvent sont généralement mal conservés et concentrés dans des couches particulières, dont quelques-unes ont été, pour cette raison, appelées *muschelsandstein* par M. Studer.

On cite parmi ces fossiles l'*Elephas primigenius,* le *Rhinoceros tichorinus,* un cochon, un cerf, une antilope, une hyène, une émyde, la *Testudo punctata,* les *Turritella imbricatoria, terebra, triplicata* et *subangulata;* la *Natica glaucina;* la *Mitra mitræformis,* la *Cancellaria cassidea,* le *Buccinum corrugatum;* les *Cerithium lima* et *quadrisulcatum;* les *Murex rugosus* et *minax;* les *Pecten latissimus* et *medius;* la *Meleagrina margaritacea,* l'*Arca antiquata;* les *Cardium edulinum, oblongum, semigranulatum, hians, clodiense* et *multicostatum;* les *Venus islandica* et *rustica;* l'*Astarte excavata,* la *Cytherea convexa,* la *Corbula gallica,* la *Mactra solida,* la *Panopæa Faujasii;* les *Solen vagina* et *legumen;* le *Balanus perforatus.*

Les débris de mammifères viennent principalement du mont de Molière, près d'Estavayer, canton de Fribourg; mais comme l'ensemble des autres fossiles annonce l'étage moyen du terrain tritonien, on élève des doutes sur quelques-uns de ces débris, notamment sur ceux d'éléphants, qui pourraient bien provenir de quelques dépôts meubles superficiels.

332. *Terrain tritonien d'Italie.* — L'Italie renferme aussi de nombreux dépôts de terrain tritonien; lesquels paraissent présenter tous les étages de ce groupe.

333. *Grès de Lentignano.* — Nous citerons en premier lieu des *dépôts* qui se trouvent dans un grand nombre de localités sur les côtes de la Médi-

terranée, notamment à *Lentignano*, près de Livourne en Toscane, et que M. de la Marmora considère comme formant un système particulier, supérieur à tous les autres dépôts tritoniens *.

Ce système est principalement composé de grès calcarifères, passant au calcaire grossier, rarement au calcaire concrétionné, et qui sont quelquefois assez cohérents pour donner de bonnes pierres de construction, mais qui d'autres fois passent à de la marne et surtout à des sables plus ou moins impurs.

Lorsque ces matières reposent sur les autres dépôts tritoniens, elles sont souvent en stratification discordante; d'autres fois elles en sont séparées par un lit de cailloux roulés ou par des assises de terrain pyroïde; elles se rencontrent quelquefois dans des positions assez élevées au-dessus de la mer, et sont surtout remarquables par la présence de coquilles semblables à celles qui vivent actuellement dans la Méditerranée, et dont la nature n'est presque pas altérée. On y a notamment observé le *Mytilus edulis*, l'*Ostrea edulis*,

* Plusieurs géologistes rangent ces dépôts, ainsi que le crag de Suffolk et le falun de la Touraine, dans un groupe qu'ils nomment *terrains quaternaires*, et d'autres, au contraire, les considèrent comme faisant partie des terrains modernes; mais M. de la Marmora, qui a tant contribué à la connaissance des dépôts qui nous occupent (voir le *Journal de géologie*, tome III, page 309, et le *Bulletin de la société géologique de France*, t. III, page 118), croit qu'ils appartiennent à une époque particulière, et je suis assez disposé à adopter cette manière de voir. En effet, si le crag et le falun se rapportent à une période des mastodontes, c'est-à-dire, à l'étage moyen du terrain tritonien, et que les dépôts qui nous occupent appartiennent à la période des éléphants, c'est-à-dire, à l'étage supérieur, ils ne seraient pas de la même époque. D'un autre côté, en admettant que les boules de poteries observées par M. de la Marmora fussent réellement contemporaines du dépôt, ce qui n'est pas bien démontré, puisqu'on ne dit pas que ces boules se trouvaient dans une masse cohérente, je n'y verrais pas un motif pour ranger ces dépôts dans les terrains modernes; car on verra dans le livre suivant que ce n'est pas l'apparition de l'homme sur la terre qui détermine, pour moi, le passage de la période tériaire à la période moderne, mais bien la cessation des dernières catastrophes qui ont donné à la terre son relief actuel : or, il est bien probable que cette époque n'était pas encore arrivée lorsque la mer couvrait des dépôts qui maintenant se trouvent assez élevés au-dessus de son niveau, non pas dans un point seulement, mais sur la plus grande partie des côtes de la Méditerranée.

Les gîtes les plus souvent cités du système qui nous occupe, sont ceux de Sicile, de Nice et de Cagliari; mais M. de la Marmora ayant reconnu (*Memorie dell' academia di Torino*, tome XXXVIII, page 51) que les carrières de Lentignano appartiennent aussi à ce système, j'ai cru qu'il était préférable de les prendre pour point de repère, parce que c'est une des localités où ces dépôts atteignent le plus de puissance et dont la citation ne donne pas lieu, comme celles indiquées ci-dessus, de confondre des choses différentes. En effet, lorsque l'on parle de la Sicile, l'imagination se porte involontairement vers les dépôts tuffacés de Messine (262), et quand on parle de Nice et de Cagliari, on pense aux brèches osseuses de ces lieux (276), dont les naturalistes se sont occupés bien avant qu'il ne fût question des *terrains quaternaires*.

le *Cardium edulis*, la *Venus decussata*, la *Lucina lactea*, le *Solen vagina*, les *Murex trunculus* et *succineus*, etc. M. de la Marmora annonce également d'avoir trouvé dans le dépôt de Cagliari des boules de poteries, qu'il suppose avoir servi à des pêcheurs, et il rapporte que, quand on s'éloigne de la côte, les coquilles marines sont remplacées par des coquilles terrestres.

334. *Dépôts subapennins.* — Les collines qui bordent une grande partie de la chaîne des Apennins présentent aussi de puissants *dépôts* tritoniens, que l'on a désignés par l'épithète de *subapennins*, et dans lesquels il paraît que l'on peut distinguer deux ou trois systèmes différents.

335. *Sables supérieurs.* — Le supérieur est principalement composé de couches de sable d'un jaune rougeâtre, souvent mélangé d'argile, et dans lequel se trouvent des bancs minces de macigno friable ou de grès calcarifère, ainsi que des huîtres, que M. Brongniart rapporte à l'*Ostrea hyppopus*, de grands peignes, d'autres coquilles et des ossements de mammifères, tels qu'éléphants, mastodontes, rhinocéros, cerfs, bœufs, etc., sur lesquels on trouve souvent attachés des restes d'animaux marins, tels que des huîtres, des serpules, des balanes, etc. Nous sommes disposé à rapporter ce système au même étage que le grès de Lentignano, et par conséquent à supposer que la différence que l'on remarque dans les fossiles tient à des circonstances locales et au remaniement de quelques assises du système inférieur.

336. *Marnes bleues.* — Immédiatement au-dessous de ces sables on trouve des marnes bleuâtres ou grisâtres, quelquefois micacées, qui renferment une immense quantité de coquilles célèbres dans l'histoire de la science à cause de leur belle conservation. Il serait trop long de faire ici l'énumération de ces coquilles, parmi lesquelles M. Deshayes a déterminé 700 espèces, dont plus de la moitié sont semblables à celles qui vivent maintenant dans la Méditerranée. On a aussi trouvé dans ce dépôt (à Castel-Arquato, près de Plaisance) un squelette de baleine.

337. *Dépôt de Supergue.* — La haute colline de Supergue, près de Turin, sur le bord des collines du Mont-Ferrat, lesquelles forment un des contre-forts septentrionaux des Apennins, renferme aussi une grande quantité de coquilles; mais, d'après M. Deshayes, elles diffèrent de celles de marnes bleues, parce qu'il n'y a qu'environ un quart des espèces semblables à celles qui vivent actuellement. Du reste, cette colline est formée de sable passant au grès calcarifère renfermant quelquefois des cailloux roulés, de marnes, de calcaire argileux blanc jaunâtre, formant des couches alternatives, souvent inclinées d'environ 45 degrés. Il paraît qu'il y a lieu de rapporter ce dépôt à l'étage moyen du terrain tritonien.

338. *Dépôt du Vicentin.* — Un autre dépôt, qui se trouve au pied des Alpes, dans le *Vicentin* et le *Véronais*, est remarquable par le mélange

qu'il présente du calcaire tritonien avec des roches pyroïdes, d'où M. Brongniart l'a appelé *calcaréo-trappéen*. Il est généralement composé de calcaire ordinairement grossier, mais passant souvent au calcaire compacte et au calcaire marneux. Ses couches sont souvent horizontales, mais on en voit aussi beaucoup qui sont plus ou moins inclinées. Ce terrain renferme une grande quantité de fossiles, qui annoncent, en général, une nature analogue à celle du massif inférieur de Paris.

339. *Poissons fossiles du mont Bolca.* — C'est dans ce système que se trouve le mont Bolca (Véronais), si célèbre par la quantité de poissons fossiles qu'il recèle. Ces animaux y existent dans un calcaire argileux, jaunâtre, feuilleté, qui est quelquefois accompagné de calcaire compacte et de roches appartenantes aux terrains pyroïdes, notamment du basalte et du spilite. Les poissons s'y trouvent très-bien conservés et placés naturellement sur le côté.

M. Agassiz * y a reconnu cent vingt-sept espèces, toutes marines, dont aucune n'est identique avec des poissons vivants actuellement et qui appartiennent aux soixante-dix-sept genres, dont les noms suivent :

Galeus.	*Acanthurus.*	*Pagellus.*
Carcharias.	*Naseus.*	*Sparnodus.*
Torpedo.	*Amphisyle.*	*Callipteryx.*
Trygon.	*Aulostoma.*	*Pterygocephalus.*
Narcopterus.	*Fistularia.*	*Gobius.*
Pycnodus.	*Ramphosus.*	*Pristipoma.*
Diodon.	*Urosphen.*	*Odonteus.*
Ostracion.	*Gasteronemus.*	*Rhombus.*
Blochius.	*Acanthonemus.*	*Semiophorus.*
Rhinellus.	*Vomer.*	*Ephippus.*
Calamostoma.	*Trachinotus.*	*Scatophagus.*
Syngnathus.	*Carangopsis.*	*Amphistium.*
Enoplosus.	*Ductor.*	*Orcynus.*
Holocentrum.	*Lichia.*	*Cybium.*
Myripristis.	*Platinx.*	*Thynnus.*
Cyclopoma.	*Cœtogaster.*	*Ramphognatus.*
Lates.	*Apogon.*	*Mesogaster.*
Smerdis.	*Pristigenys.*	*Sphyræna.*
Zanclus.	*Labrax.*	*Xiphopterus.*
Pomacanthus.	*Dules.*	*Labrus.*
Platax.	*Pelates.*	*Atherina.*
Toxotes.	*Serranus.*	*Engraulis.*
Pygæus.	*Dentex.*	*Clupea.*

* Recherches sur les poissons fossiles, 4e livraison.

Holosteus.
Spinacanthus.
Lophius.
Enchelyopus.
Ophisurus.
Sphagebranchus.
Anguilla.
Leptocephalus.

340. *Terrain salifère de la Gallicie.* — L'importance, sous le rapport économique, du terrain salifère de la Gallicie, l'a rendu si célèbre, que nous ne pouvons nous dispenser d'en dire quelques mots, quoique l'opinion des géologistes ne soit pas encore bien fixée sur sa position géognostique; car on le considérait assez généralement, il y a peu de temps encore, comme appartenant aux parties inférieures des terrains ammonéens, tandis que maintenant M. Boué, ainsi que plusieurs autres géologistes distingués, le rapportent au groupe qui nous occupe, et lui donnent même une position assez élevée dans ce groupe, c'est-à-dire, parallèle à la molasse de la Suisse.

M. Boué considère les dépôts salifères de la Gallicie comme subordonnés dans un système de molasse, qui forme un chaînon de collines, le long des Carpathes, en s'appuyant sur le macigno ammonéen, ou grès carpathique de M. Boué; roche qui constitue la partie centrale de cette chaîne, et qui semble quelquefois reposer sur la molasse, parce qu'elle se présente sur le sommet de montagnes dont le pied est recouvert par la molasse. Du reste, celle-ci ressemble tellement au terrain de la chaîne orientale, que la plupart des géologistes n'y ont point aperçu de différence, la roche dominante dans les collines comme dans les montagnes, étant également du macigno; mais dès que l'on avance vers la plaine de Pologne, c'est la marne qui devient la plus abondante : elle y est plus ou moins argileuse, passe au calcaire, au sable, au macigno, et renferme des amas, des blocs, des rognons, des nids et des noyaux de selmarin, de gypse, de karsténite, de soufre, de lignite et d'autres minéraux.

341. Le plus important de ces dépôts salifères est celui de Wieliczka, où les amas, les blocs et les rognons de selmarin forment un ensemble de près de 2,500 mètres de long sur 1,000 de large et plus de 200 de profondeur. Ce dépôt se subdivise en trois assises. La plus élevée, que l'on appelle *sel vert*, est composée de rognons extrêmement mélangés de matières argileuses et sableuses. C'est dans cette assise que l'on trouve des parties de sel qui ont la singulière propriété, lorsqu'on les met dans l'eau, de décrépiter en dégageant du carbure d'hydrogène à l'état de gaz. La seconde assise se compose d'amas, de blocs et de rognons d'un sel plus pur, que l'on nomme *spiza*. Enfin, l'assise inférieure est composée de puissants amas d'un sel plus pur encore, que l'on nomme *szibik*, et qui est ordinairement très-lamelleux.

Ce dépôt contient aussi du gypse, de la karsténite, du lignite et du soufre, qui se trouvent, de même que le selmarin, renfermés dans une marne d'un gris bleuâtre, passant quelquefois au rougeâtre. Cette marne, qui est toujours

imprégnée de sel, est plus ou moins argileuse; quelquefois elle devient sableuse et passe à la molasse, principalement dans la partie inférieure, où l'on trouve des couches de molasse renfermant des nids de marne et des fragments de calcaire, ainsi que des couches de schiste marneux alunifère. Les mineurs regardent ces deux espèces de couches comme annonçant la fin des amas de sel et l'approche du calcaire jurassique, sur lequel paraît reposer tout le système.

342. Les fossiles végétaux sont très-abondants dans ce dépôt, surtout dans le sel *spiza;* les uns sont passés à l'état de lignite; les autres sont simplement bituminisés; mais jusqu'à présent on n'a pas encore pu déterminer leurs espèces d'une manière positive. Les fossiles animaux y sont plus rares, et ceux qui s'y trouvent sont tellement altérés, qu'il est très-difficile de les obtenir entiers et qu'ils tombent bientôt en poussière. Voici la liste qu'en donne M. Boué *, et sur laquelle il s'appuie pour rapprocher ce dépôt des collines subapennines : 1° une ou deux espèces de peignes, dont l'un se rapproche du *P. dubius* de Brocchi ; 2° une petite modiole ; 3° une petite bucarde ; 4° deux espèces de nucules, l'une voisine de la *N. margaritacea,* et l'autre voisine de la *N. deltoidea;* 5° une natice ; 6° des bivalves qui sont peut-être des tellines; 7° de petites univalves voisines des paludines; 8° et enfin des miliolites. M. Lill de Lilienbach y a aussi trouvé l'*Ostrea navicularis,* une coquille que l'on rapproche du *Fusus longævus,* une patte d'écrevisse, des dents de requin et des dents de rhinocéros; mais celles-ci viennent du macigno de Starasol, et non de Wieliezka.

343. Le soufre qui se trouve dans les marnes de cette contrée est quelquefois assez abondant pour avoir été exploité à Swoszowice.

IIIe ORDRE.

TERRAINS AMMONÉENS.

344. *Caractères généraux.* — Les terrains ammonéens se distinguent des terrains tériaires parce que leurs fossiles sont plus différents des êtres qui vivent actuellement et présentent beaucoup d'énormes reptiles inconnus, ainsi qu'une immense quantité d'ammonites et de bélemnites, animaux tout à fait étrangers à l'état actuel des choses.

Ces terrains sont très-abondants à la surface du globe et ont quelquefois une épaisseur bien supérieure à celle des terrains tériaires et modernes.

345. *Division en groupes.*—Nous les subdivisons en cinq groupes, établis d'après leur superposition respective, et que nous désignons par les noms de *terrains crétacé, jurassique, liasique, triasique* et *pénéen.*

* *Journal de géologie*, tome Ier, page 347.

PREMIER GROUPE. — *Terrain crétacé* *.

346. *Caractères généraux.* — Nous entendons par *terrain crétacé,* des associations de roches qui, dans les contrées basses de l'Angleterre et du nord-ouest de la France, sont composées de craie et d'autres roches, telles que du tuffeau, de la glauconie, du sable, du grès, de la marne et de l'argile, qui se lient avec la craie, et qui sont ordinairement friables ou meubles; mais ces circonstances minéralogiques, que l'on a considérées pendant quelque temps comme formant un caractère essentiel de ce groupe, ne se retrouvent plus dans les montagnes où l'on a observé du calcaire compacte, des schistes, des grès, des macignos tenaces, sans aucun mélange de craie, et qui cependant occupent la même position géognostique que cette roche. Nous ne voyons donc, dans l'état actuel de la science, d'autres caractères généraux à assigner au groupe qui nous occupe, que sa position entre les terrains tériaires et le terrain jurassique, ainsi que la nature des fossiles qu'il recèle, lesquels diffèrent en général beaucoup de ceux des terrains tériaires, et ont plus de rapports avec l'ensemble de ceux des terrains ammonéens. On y voit notamment des ammonites (*A. varians, A. splendens, A. sussexiensis* de Mantell ou *rothomagensis* d'Alex. Brongniart), des bélemnites (*B. mucronatus*), des plagiostomes (*P. spinosum*), des gryphées (*G. columba*), des catilles, des inocérames, des podopsides qui ne se trouvent pas dans les terrains tériaires. Jusqu'à présent on n'y a point observé de mammifères ni d'oiseaux; mais quelques-uns des systèmes inférieurs qui existent en Angleterre, recèlent presque exclusivement des débris d'animaux et de végétaux analogues à ceux qui vivent dans les eaux douces ou sur les terres.

Les alternatives que présentent les diverses roches qui composent ce groupe et les développements inégaux de quelques-unes de ces roches, donnent naissance à des systèmes plus ou moins différents, que l'on a distingués par des noms particuliers, mais qu'il est souvent difficile de pouvoir comparer dans des contrées éloignées; d'autant plus que l'absence, dans un lieu, d'un système existant dans un autre lieu, fait souvent disparaître le caractère le plus certain pour ces comparaisons, celui tiré des positions relatives. Cependant, en Angleterre et dans le nord-ouest de la France, on a pu reconnaître dans le terrain crétacé, tel que nous le limitons, trois étages distincts, et on a remarqué que l'étage supérieur était plus généralement composé de craie,

* M. Brongniart, qui a adopté cette dénomination, que j'avais proposée dans un mémoire composé en 1813 et publié en 1822, lui donne un sens plus restreint, en ce qu'il en sépare, sous le nom de *terrain arénacé*, les sables, les grès et les argiles qui se lient avec la craie, et que l'on désigne souvent sous les noms de *sables* et *grès verts*, *sables* et *grès ferrugineux*, *argile weldienne* (*green sand*, *iron sand* et *weald clay* des Anglais).

l'étage moyen de tuffeau, de glauconie et de sables souvent colorés en vert, et l'étage inférieur de marne et de sable; mais comme l'observation a prouvé qu'une même assise change quelquefois de nature selon les lieux, on ne doit pas mettre trop d'importance à cet arrangement, et surtout ne pas le considérer comme exclusif: c'est ainsi, par exemple, qu'après avoir cru, d'après ce qui se passe dans les bassins de Londres et de Paris, que le tuffeau et le sable vert appartenaient exclusivement à l'étage moyen, on a reconnu que, dans les environs de Maestricht il y avait aussi de ces roches au-dessus de la craie blanche. On ne doit pas non plus voir dans ce que nous avons dit sur la présence exclusive des fossiles lacustres et terrestres dans les systèmes inférieurs de l'Angleterre, un caractère général de tout l'étage inférieur; nous sommes porté, au contraire, à ne voir dans ce fait qu'une circonstance locale, et nous pensons que dans d'autres contrées l'étage inférieur pourra présenter exclusivement des fossiles marins.

247. *Terrain crétacé de l'Angleterre. Caractères généraux.* — Le terrain crétacé de l'Angleterre étant celui qui a été décrit avec le plus de soin, nous commencerons par en faire connaître les principaux caractères. Ce dépôt occupe la partie sud-est de la région, en s'appuyant à l'est sur le terrain jurassique, et en s'étendant à l'ouest jusqu'aux côtes de la Manche et de la mer du Nord; mais il est recouvert, dans la plus grande partie de cette étendue, par des dépôts tériaires, dont le plus considérable est celui du bassin de Londres, que nous avons fait connaître à l'article précédent (324) et autour duquel le terrain crétacé forme comme une ceinture interrompue par la mer du Nord.

Les trois étages que nous avons indiqués ci-dessus y sont bien prononcés, surtout dans le comté de Sussex, où tous les systèmes inférieurs se relèvent de manière à former au midi du bassin de Londres un autre massif qui lui est parallèle, mais qui présente une disposition géognostique inverse de celle d'un bassin, attendu que les couches, au lieu de s'enfoncer vers le milieu du massif, se relèvent successivement, de manière que ce milieu est formé par une bande du système le plus inférieur, sur lequel viennent successivement s'appuyer les autres systèmes dans l'ordre de leur superposition de bas en haut.

348. *Étage supérieur. Craie.* — L'étage supérieur est formé de craie blanche, qui, dans sa partie de dessus, est ordinairement friable, et renferme beaucoup de rognons de silex disposés en couches. Ces silex deviennent successivement moins abondants à mesure que l'on s'enfonce, et disparaissent dans la partie inférieure, où la craie est assez cohérente pour être employée comme pierre à bâtir. La liste des fossiles observés dans cet étage est extrêmement étendue. Nous citerons quelques poissons rapportés aux genres Zée, Ésoce, Saumon, Anguilles et Squale, l'*Ascatus Leachii,* le *Nautilus elegans,* les *Scaphites striatus* et *costatus,* le *Belemnites mucronatus,* les

Terebratula plicatilis, *Defrancii* ou *striatula*, *subrotunda* et *undata*; le *Magas pumilus*, l'*Ostrea vesicularis*, le *Plagiostoma spinosum*; les *Spatangus coranguinum* et *rostratus*; les *Cidaris saxatilis*, *cretosa* et *Kœnigii*; les *Galerites albogalerus* et *vulgaris*, l'*Apiocrinites ellipticus*, le *Marsupites ornatus*, le *Caryophyllia centralis*, l'*Alcyonium pyriformis*, les *Choanites subrotundus*, *flexuosus* et *Kœnigii*; les *Ventriculites radiatus* et *alcyonoides*, les *Fucoides Brongniarti* et *Targionii*, etc.

349. *Étage moyen. Malm.* — L'étage moyen, qui est d'une nature plus compliquée, se divise en trois systèmes. Le plus élevé a été nommé *upper greensand*, parce qu'il est, comme le plus bas, ordinairement coloré en vert. On l'a également appelé *malm*, du nom que l'on donne dans le pays à une variété de macigno, qui en est un des membres les plus remarquables, et que l'on recherche pour les constructions qui doivent résister au feu, d'où on l'a aussi appelé *firestone*. Cette roche passe au grès, au sable chlorité, à la glauconie, au tuffeau et à la craie marneuse; ces trois dernières roches forment ordinairement la partie supérieure, et se lient intimement avec la craie blanche. Les principaux fossiles de ce système sont : des ammonites (*A. varians*, *A. Wolgari*, *A. catinus*, *A. rusticus*, *A. lewesiensis*, *A. Mantelli*, *A. falcatus*); des turrilites (*T. costatus*, *T. undulatus*, *T. tuberculatus*); des hamnites (*H. alternatus*, *H. armatus*); des scaphites (*S. striatus*, *S. costatus*), le *Rostellaria Parkinsonii*, la *Voluta ambigua*; des térébratules (*T. ovata*, *T. obtusa*, *T. pectita*); l'*Ostrea carinata*; des gryphées (*G. vesiculosa*, *G. canaliculata*); des peignes (*P. quinquecostatus*, *P. nitidus*, *P. Beaveri*); des plagiostomes (*P. spinosum*, *P. Mantelli*); des catilles (*C. Lamarkii*, *C. Brongniarti*), la *Venus ringmerensis*, la *Spongia ramosa*, etc.

350. *Gault.* — On trouve ensuite un système argileux, que l'on nomme *gault* ou *galt*, qui est composé d'une marne argileuse, passant à l'argile, de couleur gris-bleuâtre ou noirâtre, rude au toucher. Les fossiles sont assez rares dans ce système; on y a cependant reconnu ceux dont les noms suivent : *Nautilus inæqualis*, *Ammonites auritus*, *A. tuberculatus*, *A. Gentoni*, *A. lautus*, *A. splendens*, *Hamites maximus*, *H. intermedius*, *Belemnites Listeri*, *Rostellaria carinata*, *Cirrus plicatilis*, *Inoceramus concentricus*, *I. sulcatus*, *I. undulatus*; *Nucula pectinata*, *Turbinolia Kœnigii*.

351. *Shanklinsand.* — Le gault est suivi par un nouveau système où le sable domine, et que l'on désigne souvent par les noms de *lower greensand* ou de *Shanklinsand*; sa partie supérieure est ordinairement ferrugineuse, et renferme de la limonite et des silex. La partie inférieure est colorée en vert par de la chlorite, et passe à un grès verdâtre et à un calcaire bleuâtre, qui se trouve souvent en rognons. Les fossiles sont nombreux dans ce système,

et, sans rappeler ici ceux que nous avons déjà indiqués à l'occasion des systèmes précédents, nous citerons : l'*Ammonites Goodhalli*, les *Hamites grandis* et *gigas*, la *Natica carena*, les *Pecten quadricostatus* et *obliquus*, la *Gervillia solenoidea*, le *Mytilus lanceolatus*, les *Modiola inæqualis* et *bipartita*, la *Cucullea decussata*, la *Nucula impressa*, les *Trigonia alæformis* et *dædalea*, la *Tellina æqualis*, la *Lucina sculpta*, les *Venus faba* et *ovalis*, la *Nya mandibula*, etc.

352. *Étage inférieur*. — L'étage inférieur, que l'on a souvent rangé dans les terrains jurassiques, a été appelé *wealden*, du nom d'une contrée boisée du comté de Sussex, où il forme, comme nous l'avons dit ci-dessus, le terrain dominant; il se distingue principalement de l'étage moyen par la nature de ses fossiles, qui, au lieu d'être marins, se composent de restes d'animaux vivant dans l'eau douce ou sur les terres. Les roches argileuses, quartzeuses et calcareuses, dominant successivement dans cet étage, on le divise ordinairement en trois systémes, que l'on désigne entre autres par les noms de *weald clay*, *Hastings sand* et *purbeck limestone*.

353. *Weald clay*. — Le *Weald clay* est une argile grise ou d'un bleu noirâtre, schistoïde, qui devient sableuse dans sa partie inférieure et renferme quelquefois des petits bancs minces de calcaire lumachelle. Les fossiles les plus communs de ce système, sont le *Cypris faba*, des paludines (*P. vivipara*, *P. carinifera*, *P. elongata*), et des cyrènes, notamment la *C. membranacea*. On y trouve aussi des restes d'animaux vertébrés, des potamides, des mélanies (*M. attenuata*, *M. tricarinata*), et des végétaux, notamment le *Pecopteris reticulata*; il faut aussi ajouter à ces fossiles d'eau douce des huîtres et des bucardes.

354. *Hastings sand*. — Le *Hastings sand* est un sable ordinairement ferrugineux, d'où on l'appelle aussi *iron sand*. Il passe au grès, soit ferrugineux, soit calcarifère, et renferme en outre des lits d'argiles grises et rouges, et de marnes, ainsi que des bancs de lumachelle. Le grès est souvent appelé *Tilgates beds*, du nom d'une forêt qui est son principal gîte. Les fossiles de ce systéme sont les mêmes que ceux du *Weald clay*. Les restes d'animaux vertébrés y sont plus faciles à déterminer, et on y a notamment reconnu les énormes reptiles nommés mégalosaure et iguanodon, ainsi que des débris appartenants aux genres Hylæosaure, Phytosaure, Plésiosaure, Ptérodactyle, Leptorynque, Émyde, Tryonix, etc., et divers végétaux (*Sphænopteris Mantelli*, *Clathraria Lyelli*, *Carpolithes Mantelli*).

355. *Purbeck limestone*. — Le *Purbeck limestone* est un calcaire qui est quelquefois presque entièrement composé de fragments de coquilles, lesquelles paraissent appartenir en général aux mêmes espèces que celles du *Weald clay*. Ce calcaire est employé comme marbre et comme pierre à bâtir : le premier est composé d'une pâte de calcaire compacte, qui renferme des

coquilles univalves; tandis que la pierre à bâtir est presque entièrement formée de fragments de petites coquilles bivalves. Du reste, le *Purbeck limestone* ne diffère pas sensiblement des bancs de calcaire intercalé dans le *Weald clay* et le *Hastings sand*, notamment de ceux que l'on emploie sous le nom de marbre de Sussex.

356. *Terrain crétacé du bassin de Paris. Étendue.* — Le terrain crétacé occupe dans le nord-ouest de la France une espèce de grand bassin, ou plutôt de golfe séparé par la Manche de celui de l'Angleterre, qui se perd, du côté du nord, sous les terrains tériaires du bassin de Bruxelles ou sur les terrains primordiaux du Hainaut, et qui, de tous les autres côtés, s'appuie sur le terrain jurassique. Ce bassin, dont le grand diamètre a près de cinquante myriamètres de long, est recouvert dans sa partie centrale par le bassin tériaire de Paris (288), autour duquel le terrain crétacé forme une ceinture.

Relief. — Le sol ne s'y élève pas à de grandes hauteurs et ne présente pas de grandes inégalités; il a même beaucoup de tendance à former des plaines, surtout dans le voisinage des bassins tériaires de Paris et de Bruxelles. Cependant les parties qui se rapprochent des terrains jurassiques présentent des collines et des vallées assez prononcées, et le bassin est coupé le long de la Manche par des falaises escarpées.

Différentes circonstances, notamment la présence de quelques sommités jurassiques qui percent au milieu de la craie, annoncent que la surface interne du terrain crétacé est plus inégale que sa surface externe.

357. *Composition et divison en systèmes.* — L'ensemble de ce massif crétacé n'a point encore été étudié avec autant de soin que celui d'Angleterre *, et il paraît d'ailleurs que les divers systèmes qui le composent ne sont pas aussi distincts, quoiqu'ils y présentent cependant les mêmes caractères, du moins les étages supérieur et moyen; car l'étage inférieur y est peu développé, et l'on n'y a pas encore observé les fossiles qui le caractérisent en Angleterre. Cependant, en considérant ce massif sous le rapport de la nature des roches qui le composent, on peut y distinguer cinq systèmes principaux, où dominent respectivement les roches suivantes; savoir :

1° La craie ordinaire, ou craie blanche à silex noirâtres;

2° La craie à silex pâles, ou craie marneuse;

* C'est cependant la craie blanche des environs de Paris qui a donné lieu à MM. Cuvier et Brongniart de faire, dès 1808, la première description de ce terrain, à la hauteur de la géologie moderne. Quelques années après, en 1813, j'ai fait connaître l'étendue du bassin crétacé, et les caractères des principaux systèmes qui le composent; c'est ce travail que je reproduis ici, à peu près tel qu'il a été rédigé primitivement et semblable à ce qui a été imprimé en 1831 dans la première édition du présent ouvrage, quoique depuis lors il ait paru des mémoires bien importants sur diverses parties de ce grand bassin.

3° Le tuffeau, ou craie grossière, passant quelquefois à la glauconie;

4° Les sables et les grès, qui sont ordinairement mélangés de calcaire et quelquefois de limonite et de chlorite;

5° Les marnes grisâtres, passant quelquefois à l'argile, d'autres fois mélangées de chlorite.

Ces roches se lient tellement entre elles, et présentent si souvent des alternatives, qu'il est bien difficile d'y établir un ordre constant de superposition; cependant il paraît que la craie blanche forme généralement le premier terme de la série en allant de haut en bas, et qu'elle est immédiatement suivie par la craie à silex pâles, dont quelquefois elle ne se distingue pas sensiblement. Le tuffeau paraît être ordinairement inférieur à la craie à silex pâles. Les sables et les grès sont souvent parallèles au tuffeau, et le dernier terme de la série se compose presque toujours de marnes et d'argiles, qui se confondent avec celles du terrain jurassique.

Dans les environs de Valenciennes, où paraissent manquer tous les termes intermédiaires entre le terrain crétacé et le terrain houiller, on trouve immédiatement sur ce dernier, mais en stratification discordante, une roche conglomérée que les mineurs appellent *tourtia*, et qui est une variété de gompholite, formée d'une pâte composée de sable, d'argile, de calcaire et de limonite, renfermant une grande quantité de cailloux arrondis de silex et de quartz. Cette roche se lie avec les sables et les marnes, qui forment dans cette contrée la partie inférieure du terrain crétacé, et paraît aussi appartenir à ce groupe.

358. Une circonstance fort remarquable, c'est que le terrain crétacé de ce grand bassin ne se lie jamais avec les terrains tériaires qui le recouvrent; la transition y est toujours brusque, et dans les lieux où l'ordre des superpositions est le moins interrompu, le passage se fait par les systèmes de roches les plus différents des deux groupes, savoir, l'argile plastique et la craie blanche; ce qui annonce que, même dans ces lieux, il manque quelques termes de la série.

359. *Stratification.* — Le terrain qui nous occupe est généralement stratifié; cependant la craie blanche forme souvent une seule couche si épaisse et si découpée par des fissures, que l'on croirait qu'elle est en masses non stratifiées. La disposition des couches est généralement horizontale; mais il est cependant facile de reconnaître qu'elles ont une tendance à se relever vers les bords des bassins et vers les autres points où le terrain jurassique perce au milieu de la craie. Du reste, il est à remarquer que les divers systèmes crétacés sont disposés d'une manière inverse de ceux du dépôt tériaire qui les recouvre; car, tandis que nous avons vu (288) que ces derniers partaient du midi en se relevant successivement vers le nord, les systèmes crétacés partent du nord-ouest en se relevant vers le sud, de sorte que la partie méridionale du grand

bassin crétacé est presque exclusivement formée des systèmes inférieurs ou du moins de l'étage moyen, l'étage inférieur étant peu développé en France; et l'on voit sur les bords de la Loire le calcaire d'eau douce de la Beauce reposer immédiatement sur le sable de la Sologne, tandis qu'en Picardie l'argile plastique repose sur la craie blanche. D'un autre côté, le sol s'élevant plus rapidement dans la partie orientale que dans la partie occidentale, les systèmes crétacés inférieurs s'y montrent à découvert sur une moindre surface.

360. *Division en régions physiques.* — Il résulte de ce développement inégal des divers systèmes, que le bassin se trouve divisé en régions qui se distinguent par des caractères particuliers.—*Champagne.*—C'est ainsi que dans la *Champagne* le sol est principalement formé de craie blanche, remarquable par sa pureté, par la petite quantité de silex qu'elle renferme, et par son aridité.—*Picardie.*—La craie blanche domine aussi dans la *Picardie,* mais elle y renferme une plus grande quantité de silex; et comme elle y est ordinairement recouverte d'une couche plus épaisse de dépôts meubles tériaires et modernes, le pays est assez fertile. Il en est de même de la contrée au sud-ouest de Chartres, formée de craie blanche à silex pâles, qui, moins pure, d'un grain moins fin et plus friable que la craie à silex noirs, est généralement favorable pour la culture.

Perche. — Dans les pays entre la Sarthe et le Loir, dont la portion septentrionale est connue sous le nom de *Perche,* ce sont les sables qui dominent et qui donnent naissance à des plaines arides. Ces sables passent non-seulement à la craie, au tuffeau et à la glauconie, mais aussi au grès et au poudingue. Leur couleur est ordinairement jaunâtre, quelquefois blanchâtre, plus rarement verdâtre, bleuâtre, rougeâtre ou brun-rougeâtre. Cette dernière couleur appartient principalement à des bancs de grès passant au poudingue, nommés *roussard* dans le pays, et qui se trouvent enfouis au milieu des sables.

Touraine. — La *Touraine* présente aussi de vastes plateaux arides recouverts d'un dépôt tériaire, souvent sableux, quelquefois argileux et rempli de silex blonds, mais au-dessous de cette couche se trouvent de puissantes assises de tuffeau, souvent friable, d'autres fois assez cohérent pour fournir de belles pierres de taille; sa couleur la plus ordinaire est le blanc-jaunâtre, prenant souvent une teinte verdâtre, produite par la présence de la chlorite. Les silex y sont presque toujours blonds, passant souvent à la variété cornée, d'autres fois au jaspe et au grès calcarifère.

Ce tuffeau est très-favorable à la culture; aussi, partout où la couche de sable est entamée par des vallons ou par des vallées, le sol est d'une fertilité admirable et justifie l'épithète de jardin de la France, que l'on a donnée à la Touraine. La puissance que prennent ordinairement les couches de tuffeau, la facilité de leur exploitation, le double avantage que l'on en retire pour la bâtisse et pour l'amendement des terres; y ont déterminé le creusement

d'immenses carrières, qui sont quelquefois habitées par de modernes trolodytes.

Sologne. — La *Sologne,* située à l'est de la Touraine, paraît aussi avoir la même constitution géognostique; mais le sol étant plus bas et plus uni, le tuffeau n'y est presque jamais à découvert, et la couche sableuse rend la contrée stérile et marécageuse. Il semble aussi que le tuffeau de la Sologne est moins bien caractérisé que celui de la Touraine et passe plus souvent à la craie marneuse. C'est dans cette dernière roche, sur les confins de la Sologne et de la Touraine, que se trouvent les silex blonds qui alimentent les importantes fabriques de pierre à fusil des environs de Saint-Agnan (département de Loir-et-Cher).

Puysaie. — Au nord-est de la Sologne le terrain crétacé forme une petite région couverte d'arbres, de haies, de prairies, que l'on appelle *Puysaie,* et qui est composée de craie à silex pâles, de sable et surtout de dépôts argileux, qui forment le caractère principal de la région. Dans la série de ces dépôts il y en a un très-remarquable par son utilité dans les arts, c'est l'ocre de Pourrain (département de l'Yonne), qui repose au milieu de couches irrégulières, plus ou moins mélangées de sable, d'argile, de marne et même de calcaire, dans lesquelles on voit d'une manière bien prononcée la série des nuances insensibles qui unit minéralogiquement les substances quartzeuses que l'on désigne par les noms de silex, de jaspes et de grès. Du reste, il n'est pas démontré qu'une partie de ces couches ne devraient pas être plutôt placées dans le terrain jurassique que dans le terrain crétacé.

Les couches argileuses de la Puysaie se resserrent au nord de cette région et ne forment plus qu'une bande étroite, qui se prolonge jusqu'aux terrains primordiaux de l'Ardenne, et qui se présente comme une vallée bordée d'un côté par la craie de la Champagne et de l'autre par les calcaires jurassiques de la Bourgogne et de la Lorraine. Cette espèce de vallée longitudinale est souvent coupée par des vallées transversales qui servent de passage aux rivières, et alors la vallée forme des espèces de renflements plus ou moins étendus, dont le sol argileux est mélangé superficiellement d'une grande quantité de petits cailloux roulés de calcaire.

Perthois. — Il y a notamment un de ces renflements, placé à la traverse de la Marne, que l'on connaît sous le nom de *Perthois,* et qui est remarquable par sa fertilité. Du reste, les relations géognostiques de ce système marneux ne sont pas encore bien déterminées, et quoique nous le placions ici dans le terrain crétacé, ce qui le rapprocherait du *Weald clay,* il se pourrait cependant qu'une partie appartînt au terrain jurassique et représentât le *kimmeridge clay,* dont il sera parlé ci-après.

361. *Fossiles.* — Les fossiles sont généralement rares dans la craie blanche, surtout dans celle qui est cohérente et pure, comme en Champagne :

voici les principaux de ceux cités par M. Brongniart : le crocodile de Meudon, quelques restes de poissons non encore déterminés, le *Belemnites mucronatus*, les *Lituolites nautiloides* et *difformis*, le *Trochus Basteroti*, les *Ostrea vesicularis* et *serrata*, le *Catillus Cuvieri*, le *Mytiloides labiatus*, les *Pecten quinquecostatus*, *cretosus* et *arachnoides*; le *Plagiostoma spinosum*, le *Mytilus lævis*, les *Terebratula Defrancii*, *plicatilis*, *alata*, *carnea*, *octoplicata* et *subundata*; le *Magas pumilus*, la *Crania parisiensis*, des spirorbes, des serpules, des astéries, les *Ananchites ovata* et *pustulosa*, le *Nucleolites rotula*, les *Galerites albogalerus* et *vulgaris*, les *Spatangus coranguinum* et *bufo*.

Les fossiles sont plus abondants dans les tuffeaux, les glauconies, les sables et les marnes de l'étage moyen ; on y remarque notamment quelques restes de poissons qui n'ont pas encore été déterminés, le *Nautilus simplex*; des ammonites semblables à celles que nous avons citées pour le terrain crétacé d'Angleterre ; les *Scaphites obliquus*, *striatus* et *costatus*; l'*Hamites rotundus*, le *Turrilites costatus*, le *Cassis avellana*, le *Podopsis truncata*, l'*Inoceramus concentricus*, les *Ostrea carinata* et *pectinata*, la *Gryphæa columba*, qui est le fossile caractéristique de cet étage ; les *Pecten quinquecostatus*, *orbicularis*, *intextus*, *asper* et *dubius*; le *Plagiostoma spinosum*, la *Cucullea decussata*, la *Nucula pectinata*, les *Trigonia clavellata* et *scabra*, le *Mytiloides labiatus*, les *Terebratula semiglobosa*, *gallina*, *alata*, *pectita* et *octoplicata* ; le *Spatangus bufo*, le *Cidaris variolaris*, le *Jerea pyriformis*, l'*Hallirhoa costata*.

362. *Terrain crétacé de la Hesbaye. Caractères généraux*. — Il existe entre la Dyle et la Roër un petit massif de terrain crétacé, dont la partie située entre la Gette et la Meuse est connue sous le nom de *Hesbaye*, et forme une région remarquable par sa fertilité.

Le sol de ce massif est peu élevé et assez uni, sauf les portions sillonnées par les vallées où coulent les rivières, et quelques fortes collines qui s'élèvent dans les environs d'Aix-la-Chapelle.

Ce dépôt crétacé ne paraît pas être très-épais, car, dans un grand nombre de lieux, le fond des vallées présente les terrains hémilysiens sur lesquels il repose immédiatement, sans aucune liaison et toujours en stratification discordante, les dépôts hémilysiens étant en couches inclinées, tandis que le terrain crétacé est en couches horizontales. Celui-ci est, de son côté, généralement recouvert par une assise assez puissante de terres et de sables qui, comme ceux de la Picardie, paraissent appartenir aux terrains tériaires et modernes.

363. *Craie blanche*. — La majeure partie du massif présente immédiatement après cette assise meuble, de la craie blanche, ordinairement friable, très-propre à l'amendement des terres, et contenant, surtout dans sa partie supérieure, des rognons de silex, communément noirs, quelquefois gris.

M. Dumont * a observé dans cette craie les fossiles suivants : le *Belemnites mucronatus*, un rostellaire, une patelle; les *Terebratula carnea*, *elongata* et *nucleus;* des huîtres (*O. globosa*, etc.), le *Spatangus cor-testudinarium*, les *Ananchites ovatus* et *conoideus*, un eidarite, la *Gorgonia bacillaris*.

364. *Tuffeau de Maestricht.* — Mais ce qui distingue plus particulièrement cette craie de celle du bassin de Paris et de l'Angleterre, c'est qu'elle est recouverte, sur la bordure septentrionale du massif, par un tuffeau jaunâtre, qui établit une véritable liaison entre elle et le terrain tritonien.

Le point le plus remarquable où l'on trouve ce tuffeau est Maestricht, dont les immenses carrières, semblables à des villes souterraines, attirent depuis longtemps l'attention des observateurs. La pierre que l'on y extrait est généralement friable et susceptible de s'altérer à l'air. Mais la facilité avec laquelle on peut l'exploiter, les débouchés que la Meuse lui procure vers un pays dénué de pierres, ainsi que la propriété qu'ont la plupart des couches d'être très-favorables à l'amendement des terres sablonneuses et argileuses, ont donné un grand développement à l'exploitation. Du reste, cette roche passe quelquefois à l'état arénacé, et d'autres fois, mais plus rarement, elle devient assez cohérente pour donner de bons matériaux de construction : elle renferme des silex, qui sont très-abondants dans la partie inférieure, où ils forment des bancs de couleur plus ou moins foncée, mais qui deviennent rares dans la partie supérieure, où ils sont en rognons de couleur claire. On y trouve, surtout dans les assises supérieures, beaucoup de fossiles, parmi lesquels on remarque une grande quantité de polypiers, ainsi que d'autres animaux, qui ont attiré l'attention des naturalistes; tels sont l'énorme reptile auquel on a donné le nom de mosasaure, la chélonée de Maestricht, la Pagure de Faujas, la baculite de Faujas, etc. Ces fossiles ont aussi cela de remarquable qu'ils établissent un intermédiaire entre ceux du terrain crétacé et ceux du terrain tritonien, et M. Fitton rapporte ** que, sur cinquante espèces observées à Maestricht, il y en a quarante qui ne se trouvent pas dans la liste donnée par M. Mantell des fossiles de la craie de Sussex.

Dans quelques lieux, notamment dans les cantons de Landen et de Jodoigne, on voit au-dessus de la craie blanche, des couches de glauconie sableuse passant au sable chlorité, au grès chlorité, à l'argile chloritée, ainsi qu'au silex, et qui sont surmontées par des couches de tuffeau ou de calcaire grossier à grain assez fin, ordinairement argileux; mais, comme ces couches sont

* Ces renseignements, ainsi que ceux qui me donneront encore l'occasion de citer ce jeune géologiste, sont extraits de la *Description géologique de la province de Liége*, ouvrage couronné par l'Académie de Bruxelles, le 7 avril 1830.

** *Proceedings of the geological society of London*, 18 *december* 1829.

séparées d'une roche analogue au tuffeau de Maestricht par une couche de cailloux roulés de silex, M. Dumont croit devoir les rapporter au terrain tritonien, et effectivement il n'y a presque pas de différence entre le tuffeau supérieur et le calcaire grossier tritonien que l'on voit à quelque distance, au nord-ouest; cependant, ce petit système ressemblant davantage à l'ensemble du terrain crétacé, et renfermant un fossile non déterminé, dont nous parlerons ci-après comme caractérisant un système inférieur, nous sommes porté à ranger ce calcaire dans le groupe crétacé. Les autres fossiles que l'on y a observés sont, d'après M. Dumont, une arche, une crassatelle et un échinide.

365. *Systèmes inférieurs à la craie blanche.* — La partie du terrain crétacé qui est au-dessous de la craie blanche, se montre principalement entre la Meuse et la Roër, et est même assez épaisse aux environs d'Aix-la-Chapelle. M. Dumont la divise en trois systèmes, qu'il rapporte respectivement au *greensand supérieur* ou *malm*, au *gault* et au *greensand inférieur* ou *shanklinsand* des Anglais.

Sables verts. — Le premier est composé d'argile grisâtre, renfermant des grains de chlorite et passant à la glauconie dans sa partie supérieure et à la smectite dans sa partie inférieure. M. Dumont y a observé la *Belemnites quadratus*, un nautile, le *Pleurotoma fusiformis*, le *Rostellaria Parkinsonii*, un autre rostellaire, une volute, le *Trochus concavus?* une turritelle, une tornatelle, des huîtres, notamment l'*O. macroptera*, l'*O. solitaria?* les *Pecten quinquecostatus* et *carinatus?* l'*Inoceramus latus*, la *Gervillia solenoidea*, la *Cucullea glabra*, la *Chama conica*, une isocarde, une bucarde, la *Crassatella sulcata*, la *Cytherea leonina*, la *Venus lentiformis*, la *Panopea plicata*.

366. *Gault de Verviers.* — Le système suivant est formé, dans sa partie supérieure, de *smectite*, que l'on exploite dans plusieurs endroits, notamment au nord de *Verviers*, pour servir de terre à foulon. La partie inférieure se compose de marne bleuâtre. Le fossile le plus remarquable de ce système est un corps en forme de baguette contournée, que l'on a rapporté à des fucoïdes ou à des annelides et que nous avons déjà indiqué comme se trouvant dans le tuffeau supérieur du canton de Landen (364). M. Dumont y a aussi observé l'*Ammonites Buchii*, un nautile et une bucarde.

367. *Grès de Roschhausen.* — On trouve, au-dessous de ce système argileux, de nouvelles assises quartzeuses, dont les premières sont composées de sable mélangé de grains de chlorite ; les moyennes, de sable sans chlorite, et les inférieures, de grès blanc; celui-ci est notamment exploité à Roschhausen, et à Gemmenich près d'Aix-la-Chapelle. Les fossiles de ce système sont, d'après M. Dumont : une baculite, la *Belemnites quadratus*, une turritelle, un sabot, une dentale, plusieurs espèces d'huîtres, notamment l'*O. semiplana*, l'*O. macroptera*, le *Pecten quinquecostatus*, un pétoncle, une arche, des chames

(*Chama digitata, C. canaliculata, C. haliotidea, C. conica, C. plicata*), une isocarde, la *Trigonia alæformis*, une bucarde, la *Venus caperata?* la *Lutraria angustata?*

368. *Autres dépôts crétacés de la grande plaine de l'Europe.* — Les dépôts crétacés dont nous venons de parler se trouvent à l'extrémité occidentale de la grande plaine de l'Europe, et se prolongent probablement sous les dépôts tériaires qui recouvrent la majeure partie de cette plaine; car la craie s'y montre dans plusieurs contrées, surtout dans celles où le sol tend à se relever vers les montagnes, et notamment en Westphalie, en Hanovre, en Gallicie, en Podolie, en Volhynie, en Lithuanie, en Poméranie, en Danemark, etc.

369. *Grès de Kœnigstein.* — La plupart des géologistes rapportent maintenant au terrain crétacé un massif puissant, qui s'étend de la plaine dans les montagnes de la Saxe et de la Bohême. Ce massif est formé d'un grès qui a longtemps figuré dans la géognosie allemande sous le nom industriel de *quadersandstein* *, que M. de Humboldt a désigné par le nom de *grès de Kœnigstein,* et que l'on a souvent placé dans la partie inférieure des terrains jurassiques. Ce grès est généralement blanchâtre et assez pur; quelquefois il devient un peu argileux; ses grains sont très-fins : en quelques endroits il est friable, et se réduit en sable; dans d'autres lieux il est très-cohérent, et donne d'excellentes pierres de taille. Cette roche est en couches horizontales souvent très-épaisses, et traversées par un grand nombre de fissures qui coupent les joints de stratification à angles droits; elle forme, le long des vallées, des escarpements semblables à des murailles, et qui donnent à la contrée un aspect d'autant plus pittoresque que des fentes verticales font quelquefois prendre à la masse de grès l'apparence de colonnes rangées à côté les unes des autres; c'est notamment ce qui a lieu à Adersbach en Bohême, où l'on voit des colonnes de près de cent mètres de hauteur s'élever, comme par un effet de l'art, au milieu d'une belle prairie. Du reste, quand on examine ces colonnes, on voit qu'elles sont composées de tronçons posés horizontalement, et qui correspondent aux différentes couches qui forment les massifs voisins.

370. *Terrain crétacé du S.-O. de la France et du N.-E. de l'Espagne.* — Le terrain crétacé, ou du moins des dépôts que l'on rapporte maintenant à ce groupe **, joue un rôle important dans le sud-ouest de la France et le nord-est

* La dénomination de *quadersandstein*, c'est-à-dire, *grès propre à faire des carreaux pour les constructions*, est un de ces noms dont l'introduction dans la science a souvent donné lieu à beaucoup de confusion, parce que l'on est toujours tenté d'y rapporter toutes les roches qui jouissent de cette propriété. On éviterait beaucoup de causes d'erreur, si la géologie, la minéralogie et les arts avaient des nomenclatures particulières.

** Ce n'est que depuis la publication du mémoire que M. Dufrénoy a lu à l'Académie des sciences de Paris, le 7 mai 1830, et qui a été inséré dans les *Annales des mines* (t. VIII, 2e série, et tome 1er, 3e série), que l'on rapporte au terrain crétacé certaines parties des

de l'Espagne, où il est est divisé en trois massifs principaux par les terrains tériaires de la plaine de Gascogne et par les terrains primordiaux des Pyrénées.

371. *Massif du Périgord et de la Saintonge.* — Le plus septentrional de ces *massifs*, qui occupe la majeure partie de la *Saintonge* et du *Périgord*, forme, au pied du revers sud-ouest du plateau central de la France, des collines composées de couches horizontales, dont la roche principale est un calcaire blanc grenu, ressemblant beaucoup à la craie, mais qui n'a point ordinairement les propriétés écrivantes de cette dernière, qui est souvent assez cohérent pour donner de bonnes pierres de construction, qui renferme fréquemment des parties cristallines et qui passe aux textures saccharoïde, lamellaire et compacte, on pourrait même ajouter, à la texture poudingiforme, parce que les parties cristallines sont quelquefois réunies en petits noyaux qui se trouvent empâtés dans les parties grenues. Cette roche renferme souvent des rognons de silex noirs; elle est recouverte, dans plusieurs localités, par un calcaire argileux, plus ou moins friable, et elle repose sur des assises de grès, de macigno et de marnes, qui sont souvent imprégnées de limonite, d'autres fois de chlorite.

Mais c'est surtout par ses fossiles que ce dépôt se distingue des terrains crétacés de l'Angleterre et du bassin de Paris. Les plus remarquables par leur nombre et par leur grosseur sont des hippurites, qui atteignent souvent de très-grandes dimensions. On y trouve aussi des sphérulites, fossiles qui, de même que les hippurites, n'ont pas encore figuré dans les autres dépôts que nous avons examinés jusqu'à présent.

On y rencontre également des nummulites, des mélonies, des miliolites, des porcelaines, des bulles et d'autres corps que l'on avait cru pendant longtemps appartenir exclusivement aux terrains tériaires. Du reste, ces fossiles sont accompagnés par un grand nombre d'autres, tels que la *Gryphæa columba*, le *Catillus Cuvieri*, le *Plagiostoma spinosum*, que l'on considère comme caractéristiques du terrain crétacé et surtout de l'étage moyen; car M. Dufrénoy croit que l'étage supérieur manque tout à fait dans ce massif. On trouve aussi des paludines dans quelques assises inférieures de grès calcarifère et de marne des environs d'Angoulême; ce qui rappellerait l'étage inférieur du comté de Sussex (352).

Dans quelques localités, notamment à Cognac et à Saint-Froult, on voit des amas de gypse intercalés dans le calcaire crétacé, et à l'île d'Aix on trouve un gîte de lignite qui se lie intimement avec le terrain jurassique sur lequel il repose. Le lignite de ce dépôt appartient en général à la variété piciforme, et

Pyrénées que l'on avait considérées jusqu'alors comme appartenantes à des groupes plus anciens.

est accompagné de sables verts, de marne argileuse, de silex corné, passant à la calcédoine, de cristaux de quartz, de noyaux ou de cristaux de pyrites, ainsi que de noyaux d'une résine jaunâtre que l'on avait considérée comme du succin, mais dont on a proposé de faire une espèce particulière, sous le nom de succinite : parce que, d'après l'analyse de M. Berthier, elle ne contient pas sensiblement d'acide succinique ; ce qui la distingue du succin des terrains tériaires.

Les fossiles animaux de ce lignite ne sont pas non plus, comme ceux de la plupart des lignites tériaires, des êtres d'eau douce ; mais ce sont des animaux marins semblables à ceux des terrains crétacés ; tels que la *Gryphæa aquila*, la *G. columba*, le *Pecten quinquecostatus*, le *Spatangus coranguinum*, qui sont, en général, passés à l'état siliceux ; mais les plus abondants des fossiles de ce gîte sont des végétaux passés soit à l'état charbonneux, soit à l'état siliceux, et dont les principaux sont des fucoïdes (*F. orbignanus*, *F. strictus*, *F. tuberculosus*), et des ostérites (*O. Caulinæformis*, *O. lineata*, *O. bellovesana*, *O. elongata*).

372. *Massifs crétacés des Pyrénées.* — Le *terrain des Pyrénées*, que l'on rapporte au groupe *crétacé*, ressemble à celui de la Saintonge et du Périgord par les fossiles qu'il recèle ; mais par ses caractères minéralogiques, ainsi que par sa stratification, il s'en éloigne beaucoup, et diffère encore plus des terrains crétacés de l'Angleterre et du bassin de Paris. En effet, au lieu de former des plaines ou des collines peu élevées, il atteint à des hauteurs considérables ; au lieu d'assises horizontales, il présente des couches fortement inclinées ; au lieu d'être composé de craie, de sable et d'autres roches friables ou meubles, il est principalement constitué de calcaire compacte, de macigno tenace et de schiste.

La partie septentrionale de ce dépôt forme, le long des Pyrénées, une bande presque pas interrompue, et qui est principalement développée aux deux extrémités de la chaîne, surtout du côté de l'orient, où elle recouvre la majeure partie des Corbières (58). Ce dépôt est, comme nous l'avons déjà indiqué, principalement composé de calcaire, de macigno et de schiste. Le premier est souvent compacte, et passe, surtout lorsqu'il avoisine le granite, aux textures saccharoïde et lamellaire ; d'autres fois il est schistoïde. Quelques couches dans les parties supérieures présentent les textures poudingiforme et bréchiforme. Souvent il est gris-jaunâtre, passant au gris de fumée, au gris-bleuâtre, devenant noir dans les assises inférieures et blanc dans les assises supérieures ; telle est, dans ce dernier cas, la pierre de taille des environs de Pau. Quelquefois ce calcaire est mélangé d'argile, de sable ou de carbonate magnésique, et passe au calschiste, à la marne, au macigno et à la dolomie. Le macigno, les schistes et les calschistes sont en général inférieurs au calcaire et d'un gris plus ou moins foncé, quelquefois verdâtres ou rougeâtres ; ils sont souvent micacés et passent au psammite.

Ce terrain renferme des couches de lignites, qui sont rarement dans le

calcaire, souvent dans les schistes et dans le macigno. On y trouve aussi des amas de gypse, et dans le voisinage de ceux-ci on voit souvent des sources salées.

A Saint-Martin, près de Saint-Paul de Fenouillet, où ce terrain est en contact avec le granite, il renferme divers minerais de fer, surtout du sidérosc cristallin et de l'oligiste spéculaire, qui forment de petits amas, de petits filons, des noyaux ou des cristaux dans le calcaire et dans la dolomie. Aux environs d'Orthès on trouve du bitume et du soufre disséminés dans le calcaire en veines ou en cristaux. Enfin, l'ensemble du dépôt est souvent percé par des culots de diorite.

373. Le massif qui s'étend au sud de la bande primordiale des Pyrénées, s'élève à une très-grande hauteur; car il recouvre les cimes du Mont-Perdu (58), et se prolonge en Espagne sur une étendue qui n'a pas encore été bien déterminée. Ses caractères minéralogiques et géognostiques sont les mêmes que ceux du massif septentrional, avec cette différence que non-seulement il en sort aussi des sources salées, mais qu'à Cardone, en Catalogne, on voit au jour un immense amas de selmarin.

374. *Terrain crétacé des Alpes. Dépôt des Fis.* — Le terrain crétacé existe aussi dans les Alpes, et M. Brongniart a reconnu que les calcaires qui forment les sommités de plusieurs hautes montagnes du chaînon du Buet en Savoie, notamment celle des Fis, au-dessus de la vallée de Servoz, etc., que sa couleur noire, ainsi que sa texture compacte, avaient fait considérer pendant longtemps comme appartenant aux terrains hémilysiens, renfermaient des fossiles qui, quoique très-difficiles à déterminer, à cause de leur état de destruction, peuvent, en général, être rapportés aux genres et même aux espèces qui caractérisent le terrain crétacé.

375. *Flysch.* — Parmi les systèmes des Alpes, que l'on rapporte aussi à ce terrain, il en est un que M. Studer désigne par le nom de *flysch,* employé dans le pays, et qui est très-abondant dans les Alpes bernoises, où il s'élève, au Fluhberg dans le chaînon du Stockhorn, à plus de 2,000 mètres. Ce système est formé de couches alternatives de calschiste noir ou gris, et de macignos tenaces, ordinairement d'un gris foncé, presque compactes, dont les couches ont une surface un peu ondulée, inégale et enduite de marnes. Ces macignos passent quelquefois à un gompholite, dont les noyaux présentent souvent du calcaire et du schiste; ils offrent aussi des passages à un quartz compacte, noirâtre, mélangé de calcaire, et à un calcaire argileux, compacte, gris-foncé. On y voit en outre des calcaires veinés qui pourraient être travaillés comme marbres, des calcaires brèches, des silex cornés d'un gris-brun ou vert, en couches ou en rognons.

Ce système renferme des fossiles dans lesquels M. Brongniart * a reconnu

* Annales des sciences naturelles, tome XI, page 286.

une nérinée, une ampullaire, un plagiostome, un peigne, une plicatule, l'*Isocardia striata*, la *Terebratula concinna*.

376. *Houille d'Entrevernes*. — M. Élie de Beaumont rapporte aussi au terrain crétacé un gîte de houille, célèbre par l'élévation à laquelle il se trouve (1,060 mètres); c'est celui d'Entrevernes en Savoie, intercalé dans des couches d'un calcaire argilo-sableux, contenant des nummulites, et supérieur à la couche qui, à la montagne des Fis, dans la vallée du Reposoir, à Thonne, etc., contient en très-grand nombre les fossiles qui caractérisent la partie supérieure de l'étage moyen du terrain crétacé. Cette houille est accompagnée de calcaire argileux gris-bleuâtre et de calcaire bitumineux brun, traversé de veines cristallines et renfermant de grosses coquilles bivalves, que l'on croit être des mulettes, et des coquilles discoïdes, que l'on rapporte aux planorbes ou aux hélices, ainsi qu'une grosse coquille turbinée, qui paraît être le *cerithium margaritaceum* de Brocchi.

377. *Macigno de Fiésole*. — Nous terminerons ces indications de dépôts rapportés au terrain crétacé *, en donnant une idée sommaire d'un massif

* Il eût été nécessaire, pour donner une idée de l'état actuel de la science, que je m'étendisse beaucoup plus sur les dépôts des Alpes et des Carpathes, que l'on rapporte ou que l'on veut rapporter maintenant au terrain crétacé; mais la grande quantité de mémoires qui ont été publiés dans ces derniers temps sur ces questions, et les incertitudes qui règnent encore sur plusieurs localités, sont cause que j'ai reculé devant ce travail. J'évite même, autant que possible, de prendre des exemples dans les Alpes, attendu que l'on est encore loin d'être unanime sur les relations géognostiques des systèmes de roches qui les composent. Des idées théoriques sur la formation des montagnes, une stratification fortement inclinée, et des liaisons intimes avec les roches dites *primitives*, avaient généralement donné l'idée que les différents systèmes des Alpes étaient très-anciens. D'un autre côté, comme en Suisse le calcaire qui forme la masse principale du Jura est ordinairement plus ou moins coloré, on s'est servi des mots de *calcaire du Jura* et de *calcaire des Alpes* pour distinguer deux groupes géognostiques, et on n'a pas manqué de considérer le groupe alpin comme plus ancien que le groupe jurassique. Du reste, on a bientôt distingué dans les calcaires de la chaîne des Alpes, trois subdivisions; savoir : le calcaire primitif, principalement composé de calcaire saccharoïde; le calcaire des Hautes-Alpes, qui, à cause de sa couleur foncée, était rapporté au terrain de transition ou anthraxifère; et le calcaire des Alpes proprement dit, que l'on crut rajeunir beaucoup en le rapprochant du *zechstein* ou calcaire pénéen; mais plus on a appliqué aux terrains des Alpes les règles de la géognosie paléontologique, plus on les a rapprochés des formations récentes, et l'on est arrivé à rapporter, comme on l'a vu ci-dessus, une forte partie de ces montagnes aux terrains tériaires et crétacés; et l'on verra ci-après que de nouvelles observations de M. Élie de Beaumont tendent à rapprocher du terrain liasique, des couches qui étaient généralement considérées comme formant les premiers termes de transition ou même comme appartenantes aux terrains primitifs. Il est probable que si l'on a encore tant d'incertitude sur les Alpes et que si l'on a considéré pendant longtemps comme primordiales des roches qui paraissent assez avancées dans la série des terrains secondaires, cela provient de ce que les phénomènes géogéniques qui ont agi avec tant de violence sur ces montagnes, ainsi qu'on l'exposera dans le livre suivant, ont

puissant des Apennins de la Toscane et de la Ligurie, qui est principalement caractérisé par la présence du macigno.

Cette roche y est ordinairement assez tenace pour donner d'excellentes pierres de taille; telles sont celles des carrières de Fiésole, près de Florence. Sa couleur est souvent bigarrée de gris-jaunâtre, de gris-verdâtre et de gris-bleuâtre; elle est presque toujours mélangée de mica et passe au calschiste, au calcaire compacte et à la marne; roches qui forment fréquemment un système particulier au-dessus de macigno, lequel passe aussi, surtout dans ses assises inférieures, au schiste argileux, au psammite et au jaspe.

Ce dépôt est traversé dans beaucoup de localités par des dykes et des culots d'ophiolites et de granitone, et l'on remarque dans le voisinage de ces masses que les autres roches sont mélangées de silicates de magnésie, que le calcaire tend à prendre des textures lamellaire, saccharoïde ou celluleuse, et que les jaspes sont plus fréquents.

Les fossiles sont rares dans ce dépôt et peu caractéristiques, ce qui est cause qu'il a régné beaucoup d'incertitude dans son classement géognostique; car, tandis que les uns, entraînés par la quantité de mica qui s'y trouve, les rapprochaient des terrains primordiaux, les autres, frappés de certaines analogies minéralogiques avec la molasse de la Suisse, le rapportaient aux terrains tériaires. Cependant, comme on y trouve assez généralement des empreintes de fucoïdes et que l'on y a observé des huîtres, des peignes, des tellines, des corbules, des avicules, des térébratules, des caryophyllies, la plupart des géologistes le rapportent maintenant au terrain crétacé.

IIe GROUPE. — *Terrain jurassique* *.

378. *Caractères généraux.* — Le *terrain* que l'on a appelé *jurassique*, parce qu'il a joué un rôle important dans la constitution géognostique du Jura, est très-répandu à la surface du globe. Il est principalement composé de calcaire compacte et d'oolite, qui sont ordinairement accompagnés de marnes argileuses. On y voit aussi de la dolomie, du grès, du sable, du macigno, de la limonite et d'autres roches.

379. On a remarqué que dans les pays de collines, comme la Basse-

donné aux diverses roches une cohérence, une texture et même une nature différentes de celles qu'elles avaient primitivement.

* Mon *terrain jurassique* ne diffère de celui que M. Brongniart désigne par le même nom, qu'en ce que j'y réunis le petit groupe que ce savant nomme *épiolitique*, de sorte qu'il correspond aux *systèmes oolitiques* des géologistes anglais. Je préfère le mot *jurassique* à celui d'*oolitique*, parce que ce dernier entraîne avec lui l'idée d'une texture qui, quoique commune, est loin d'être exclusive dans ce groupe, ni à ce groupe.

Normandie, le Poitou, le Berry, la Bourgogne, la Lorraine, la Franconie, la Saxe, ce terrain était ordinairement en couches à peu près horizontales, tandis que dans les pays de montagnes, comme les Cévennes, le Jura, les Alpes, les Apennins, il est presque toujours en couches plus ou moins inclinées, qui ont une grande tendance à présenter la disposition que nous avons désignée par le nom de stratification arquée. On voit aussi très-souvent, dans les terrains jurassiques, des escarpements verticaux, et les cavernes y sont très-fréquentes; elles s'y trouvent dans les roches calcareuses, principalement dans la dolomie. Nous avons déjà fait connaître que ces cavernes sont, en général, des canaux irrégulièrement renflés et rétrécis, qui serpentent au milieu des couches en les traversant dans toutes sortes de directions. Un autre phénomène assez commun dans les terrains jurassiques, surtout dans ceux des pays de montagnes, est l'existence de sources si abondantes qu'elles donnent immédiatement naissance à des rivières; telles sont la fontaine de Vaucluse, les sources de la Sorgue, etc.

380. Les fossiles de ce terrain sont très-remarquables par leur abondance et surtout par les formes gigantesques de plusieurs espèces de reptiles et de mollusques. On n'y voit presque plus d'animaux à sang chaud *, et les végétaux y sont fort rares.

381. Le terrain jurassique formant, comme nous l'avons déjà dit, une partie assez importante de l'écorce du globe, on y a distingué un grand nombre de systèmes différents, que l'on a désignés par diverses dénominations; et comme l'Angleterre est une des contrées où ce terrain a été étudié avec le plus de soin, et que des alternatives de systèmes calcareux et de systèmes argileux y rendent les distinctions assez faciles à saisir, on a pris l'habitude, dans ces derniers temps, de se servir des dénominations anglaises, toutes vicieuses qu'elles sont, comme point de comparaison **. Nous allons en conséquence faire connaître les principales de ces dénominations, en distribuant

* Les seuls exemples de restes d'animaux à sang chaud connus jusqu'à présent dans les terrains ammonéens, sont ceux de quelques ossements rapportés au genre Didelphe, qui ont été trouvés à Stonesfields, dans un calcaire schistoïde (*stonesfields slate*) qui fait partie du système connu en Angleterre sous le nom de *forest marble*.

** Cette circonstance me faisait désirer de prendre le terrain jurassique de l'Angleterre pour exemple de ce groupe; mais ne l'ayant pas vu par moi-même, et étant privé de l'avantage de pouvoir étudier directement les ouvrages des célèbres géologistes de ce pays, j'ai cru devoir m'abstenir d'entreprendre ce travail. Du reste, on pourra se faire une idée du terrain jurassique de l'Angleterre, par ce que je vais dire de ceux du nord de la France, qui n'en sont qu'une continuation; car, de même que nous avons vu que le terrain crétacé de l'Angleterre pouvait être considéré comme une partie du grand bassin ou plutôt du grand golfe qui paraît terminer l'immense bassin qui se prolonge du Cornouailles au milieu de l'Asie, le terrain jurassique de l'Angleterre est aussi la continuation de la ceinture qui borde le terrain crétacé du nord-ouest de la France.

les systèmes qu'elles indiquent en trois étages, savoir : ETAGE SUPÉRIEUR; *Portlandstone,* qui est un calcaire oolitique ou grenu; *Kimmeridge clay,* ainsi nommé d'une marne argileuse, caractérisée par la présence de l'*Ostrea deltoidea;* ÉTAGE MOYEN; *coralrag,* qui est un calcaire oolitique, quelquefois compacte, d'autres fois terreux, remarquable par la présence d'une immense quantité de coraux et d'autres zoophytes; *Oxford clay,* qui est une marne argileuse, caractérisée par la présence de la *Gryphæa dilatata;* ÉTAGE INFÉRIEUR; *cornbrash,* petit système de calcaire, ordinairement schistoïde, qui se lie avec le *forest marble,* autre système calcaire, qui doit son nom à un marbre très-coquillier que l'on en retire; *Bradford clay,* petit système argileux qui renferme beaucoup d'*apiocrinites rotundus; great oolite,* ainsi nommé parce qu'il présente les bancs d'oolite les plus puissants; *fullers earth,* système argileux d'où l'on extrait de la terre à foulon; enfin, *inferior oolite,* système d'oolite dont les couches les plus basses sont ordinairement ferrugineuses.

Ces systèmes se représentent souvent avec des ressemblances frappantes dans des contrées très-éloignées les unes des autres; mais comme un système très-développé dans un lieu, est quelquefois réduit à un simple rudiment ou manque tout à fait dans un autre lieu; que d'ailleurs il est reconnu qu'une même assise est quelquefois calcareuse dans un lieu, argileuse dans un autre et quartzeuse dans un troisième, et qu'enfin il y a souvent très-peu de différence d'un système à l'autre, on est loin de pouvoir comparer, d'une manière positive, tous les systèmes des diverses contrées, et il existe encore à ce sujet des doutes qui, probablement, ne seront jamais entièrement levés.

382. *Ceinture jurassique du bassin crétacé du N.-O. de la France. Esquisse générale.*—Le terrain jurassique forme, autour du bassin crétacé du nord-ouest de la France, une espèce de ceinture qui manque dans la partie septentrionale où, comme nous l'avons déjà dit, le terrain crétacé est limité par la Manche, par le bassin tériaire de Bruxelles et par les terrains primordiaux du Hainaut. Cette ceinture ne forme qu'une bande assez étroite dans sa partie occidentale, c'est-à-dire, le long des terrains primordiaux de la Bretagne; elle s'élargit dans le Poitou, où elle se réunit avec le massif qui forme la bordure du terrain crétacé du sud-ouest de la France; elle se prolonge ensuite dans le Berry et le Nivernais, le long du grand plateau primordial du centre de la France; elle prend un nouveau développement dans la Bourgogne et la Lorraine, où, par l'ouverture qui sépare le Morvan des Vosges, elle se met en communication avec la chaîne du Jura, interposée entre les terrains primordiaux du centre de la France et ceux des Alpes. Lorsque la ceinture qui nous occupe arrive près des terrains primordiaux de l'Ardenne, elle se rétrécit en se courbant vers l'ouest et se perd aux environs d'Hirson, département de l'Aisne.

383. Ce grand massif est principalement composé de calcaire qui, de même que celui d'Angleterre, est divisé en plusieurs systèmes différents par des assises argileuses interposées entre les assises calcareuses. Indépendamment du calcaire et des roches argileuses, c'est-à-dire, de la marne et de l'argile, il s'y trouve aussi de la dolomie, du sable, du grès, du silex, de la limonite et quelques autres roches moins abondantes.

384. Dans toute cette étendue on voit les divers étages et systèmes jurassiques sortir de dessous le terrain crétacé, et ensuite l'un de dessous l'autre, pour atteindre successivement à une hauteur plus élevée. Cette succession et cette élévation graduelle est surtout bien prononcée entre la Champagne et les Vosges. Du reste, quoique cette succession du bord intérieur avec le bord extérieur soit un caractère assez constant, la stratification presque horizontale de ces systèmes, leur étendue et les inégalités du sol sont cause que l'on voit quelquefois reparaître un système supérieur qui avait déjà fait place à un système inférieur, et lorsqu'on suit le prolongement jurassique à travers les deux ouvertures qui séparent la Bretagne du plateau primordial du centre et celui-ci des Vosges, on voit successivement reparaître les systèmes supérieurs.

385. D'un autre côté, on sent, d'après ce que nous avons déjà dit, que l'on ne doit pas entendre cette succession dans un sens tellement exclusif que chaque coupe présente tous les systèmes qui composent le massif. On voit, au contraire, manquer souvent de ces systèmes; et, quoique, dans l'ordre normal, l'étage supérieur jurassique soit toujours séparé des terrains primordiaux par les étages inférieurs et par les terrains liasique, triasique et pénéen, on voit quelquefois ces divers étages reposer immédiatement sur les terrains primordiaux. Cette disparition paraît se faire dans plusieurs endroits d'une manière tout à fait arbitraire, c'est-à-dire que tel système manque dans un lieu, et reparaît dans un autre; mais la partie du massif ammonéen qui longe les terrains primordiaux de l'Ardenne, présente une disparition successive de chaque système dans l'ordre de sa position, à partir du terrain pénéen, de manière que, quand le terrain jurassique finit près d'Hirson, on voit le terrain crétacé reposer immédiatement sur les terrains primordiaux. Le même phénomène se remarque aussi sur la bordure de la Bretagne; mais la disparition des systèmes s'y fait dans le sens de l'ouest à l'est, tandis que le long de l'Ardenne elle se fait dans le sens de l'est à l'ouest; car, tandis que sur les côtes du Calvados la série des terrains ammonéens s'étend jusqu'aux étages inférieurs, on voit dans la forêt de Perseigne l'oolite de Mamers ou *cornbrash* reposer immédiatement sur les terrains primordiaux.

386. Un autre caractère que présente ce massif, du moins la partie orientale, et qui est probablement en rapport avec le relèvement qu'éprouve successivement chaque système, c'est que ces systèmes se terminent ordinai-

rement du côté où ils font place à un système inférieur, par des escarpements qui paraissent être quelquefois la continuation de failles qui se propagent dans l'intérieur de la terre. Cette règle est naturellement sujette à des exceptions pour ce qui concerne les systèmes composés uniquement de roches meubles ou faciles à délayer, qui, au lieu de présenter leur escarpement, déterminent au contraire l'existence de vallées qui se dirigent à peu près comme la ceinture.

387. Ce massif jurassique constitue, en général, un pays de culture céréale : la présence des matières argileuses dans la terre végétale y rend celle-ci ordinairement fort collante et exige l'emploi d'une grande quantité de bêtes de trait pour les travaux agricoles. Les vallées argileuses sont souvent couvertes de prairies; mais lorsque les lieux où les roches argileuses sont à découvert ne sont pas susceptibles d'arrosement, ou que ces roches sont moins favorables à la production de l'herbe, elles déterminent, ainsi que les dépôts sableux, l'existence de forêts plus ou moins étendues. Le sol calcaire de cette ceinture est très-favorable à la production de la vigne, qui s'y trouve abondamment, sauf aux deux extrémités septentrionales, et c'est lui qui fournit les célèbres vins de Bourgogne.

388. *Coupe de la Basse-Normandie.* — Nous joindrons à cette esquisse générale le détail de quelques coupes prises sur des points différents de la ceinture, et nous commencerons par celle de la Basse-Normandie, qui a été étudiée avec le plus de soin *.

389. *Marne argileuse de Honfleur.* — Les dernières assises du terrain crétacé reposent immédiatement, dans les environs de Honfleur, sur un système argileux, que l'on rapporte au *Kimmeridge clay* **, et qui est princi-

* C'est dans le mémoire sur la formation oolitique du nord-ouest de la France, que M. Desnoyers a publié dans les *Ann. des sc. nat.*, tome IV, page 253, et dans la topographie géognostique du département du Calvados par M. de Caumont, insérée dans le tome IV des Mémoires de la société linnéenne de Normandie, que j'ai puisé presque tous les détails que l'on va lire sur le terrain jurassique de la Basse-Normandie.

** Il paraît qu'il manque dans cette contrée quelques termes de la série des terrains, notamment le système crétacé d'eau douce (*weald clay, hastings sand, purbecks limestone*) et le premier système de calcaire jurassique ou *Portlandstone*. On avait cependant rapporté à celui-ci un calcaire qui se trouve à Hennequeville près de Honfleur, mais il paraît que ce calcaire est inférieur à la marne argileuse et appartient au système calcareux dont nous allons parler. Du reste, il faut éviter de donner un sens trop prononcé à l'expression *manquer à la série*, lorsqu'on l'applique à de simples systèmes; car un système n'étant souvent que le développement extraordinaire d'une couche qui n'existe qu'en rudiment dans un autre lieu, on sent que ce système peut ne pas se remarquer dans ce dernier lieu, sans qu'il manque aucun terme de la série. Aussi l'absence, soit apparente, soit réelle, de quelques systèmes, n'empêche-t-elle pas qu'il y ait liaison entre les systèmes restants. D'un autre côté on ne doit pas perdre de vue que la même couche ou la même association de couches change de nature selon les lieux. C'est ainsi, par exemple, que les mêmes couches où domine la marne argi-

palement composé d'une marne argileuse bleuâtre, passant quelquefois au blanc sale et renfermant des bancs très-minces d'un calcaire argileux très-cohérent, que les ouvriers nomment *jallets*. On y trouve aussi de petits bancs et des noyaux de lumachelle et de brèche à fragments compactes. Cette marne devient sableuse dans sa partie inférieure, et renferme des bancs de grès calcarifères, ou plutôt de macigno. On a trouvé dans ce système les fossiles suivants : *Gavialis longirostris*, *G. brevirostris*, un ichtyosaure, *Plesiosaurus recentior*, des toupies, *Pterocerus oceani*, *P. ponti*, *P. pelagi*, des lucines, une grande méléagrine, *Ostrea deltoidea*, une grande espèce d'huître, *Gervillia siliqua*, *G. pernoides*, *Pholadomia protei*, *Donacites Alduini*, *Gryphæa virgula*, *Trigonia nodulosa*, des végétaux passés à l'état de lignite.

390. *Sables de Glos.* — Dans quelques endroits, notamment à Glos, près de Lisieux, les matières quartzeuses qui, à Honfleur, ne sont qu'un accessoire peu important des matières argileuses, se développent aux dépens de celles-ci, de façon que la masse principale se compose de sable et de grès *. Les fossiles de Honfleur se retrouvent dans le sable de Glos avec des cucullées et plusieurs petites bivalves non déterminées.

391. *Calcaire de Blangy.*—La marne argileuse de Honfleur et le sable de Glos sont suivis par une assise calcareuse dont la partie supérieure est nommée par les géologistes normands, *calcaire de Blangy* ou d'*Hennequeville* **, et dont la partie inférieure, que l'on désigne par les noms d'*oolite de Lisieux* ou de Mortagne, correspond au *coralrag*.

Le calcaire de Blangy est, en quelque manière, un intermédiaire entre le

leuse, dans les environs de Honfleur, sont généralement composées de sable aux environs de Lisieux et redeviennent argileuses à Mamers. Il est à remarquer aussi que cette circonstance n'est pas concentrée dans quelques couches, mais que cette tendance à présenter des roches d'une certaine nature dans un même lieu, se propage souvent dans plusieurs étages et même dans plusieurs groupes.

* M. de Labèche avait rapporté le sable de Glos à l'*iron sand* ou sable crétacé inférieur; mais M. de Caumont, qui paraît avoir été mieux à même de l'observer, croit que sa véritable place est plutôt la partie inférieure du *Kimmeridge clay*.

** M. de Labèche avait rapporté le calcaire d'Hennequeville au *Portlandstone*; mais M. de Caumont, qui a reconnu qu'il est inférieur à la marne argileuse de Honfleur, pense que ce rapprochement ne peut être admis, puisque le caractère principal du *Portlandstone* est d'être supérieur au *Kimmeridge clay*.

D'un autre côté, M. Hérault, dans son *Tableau des terrains du département du Calvados*, imprimé en 1832, a divisé l'assise calcareuse qui nous occupe de manière que chacune des deux divisions comprend des oolites; mais j'ai cru préférable de continuer à suivre la marche que j'avais adoptée lors de la première édition du présent ouvrage; laquelle me permet d'employer la dénomination d'*oolite de Lisieux*, devenue classique par le beau mémoire de M. Desnoyers.

système précédent et l'oolite de Lisieux. Sa partie supérieure se lie avec les marnes de Honfleur et les sables de Glos, le calcaire y étant presque toujours mélangé d'argile et de sable. Dans les assises inférieures on trouve du calcaire compacte, jaunâtre et blanchâtre, assez pur pour faire de la chaux. D'autres fois ce calcaire passe au silex, et on y voit des bancs de silex corné passant au grès, et de silex noirs, semblables à ceux qui se trouvent dans la craie blanche.

392. *Oolite de Lisieux.* — L'oolite est plus puissante que le calcaire de Blangy et forme une bande passant par Trouville, Lisieux, le Merlerault, Mortagne, la Ferté-Bernard, etc. Elle est fort en usage comme pierre de taille; sa couleur est habituellement jaunâtre, passant au blanchâtre, quelquefois au rougeâtre; elle est principalement composée d'oolite, dont les grains sont ordinairement plus gros, plus inégaux, plus irréguliers que ceux des autres systèmes oolitiques, dont nous parlerons ci-après. Ces grains ne sont quelquefois que des fragments de coquilles imparfaitement arrondis. Le ciment calcaire qui les unit a souvent une apparence lamellaire, et la masse ressemble quelquefois à des concrétions tuffacées. Cette oolite passe d'autres fois à un calcaire compacte, renfermant des noyaux de silex corné; mais elle passe plus souvent à un calcaire carié, traversé de tubulures sinueuses, produites par la destruction de polypiers; tels que des madrépores, des astrées, des caryophyllies. Ces polypiers forment souvent eux-mêmes d'assez grandes masses isolées ou réunies par un ciment calcaire.

Ces polypiers, ainsi qu'une petite dicérate et une nérinée, qui sont extrêmement abondantes, sont considérés comme les fossiles les plus caractéristiques de ce système, dans lesquels on trouve aussi plusieurs ammonites, un nautile, des toupies, des ampullaires, des mélanies (*M. headdingtonensis*), des huîtres (*O. gregaria, O. minima* et une espèce plus grande), des peignes (*P. fibrosus? P. lens, P. similis*), des limes, des vénus, des lucines, des chames, des trigonies, des gervillies, des moules, une pinnigène, des cidarites, des clipéastres, etc.; mais en général les fossiles de ce système sont fort altérés et peu reconnaissables.

393. *Marne argileuse de Dives.* — L'oolite de Lisieux est suivie par les *marnes argileuses de Dives,* que l'on rapporte à l'*Oxford clay.* Ce système, qui est plus développé que celui des marnes de Honfleur, est aussi principalement composé de marnes argileuses bleuâtres ou grisâtres, passant quelquefois au jaunâtre, renfermant des bancs minces de calcaire marneux brun-jaunâtre, de lumachelles, de marnes sableuses, de grès calcarifères, ainsi que des noyaux de brèches marneuses, d'oolites et des cristaux de gypse lenticulaire.

Ce système renferme beaucoup de fossiles, parmi lesquels on regarde comme caractéristique la *Gryphæa dilatata.* Les trigonies, notamment la

T. clavellata et la *T. costata* qui forment des lits entiers, attirent aussi l'attention par leur abondance. Nous citerons encore des téléosaures, des ichtyosaures, un poisson (*Dapedium politum?*) la *Serpula quadrangularis*, les *Ammonites armatus, sublevis, communis, omphaloides, excavatus, acutus, Duncani, annulatus* et *plicomphalus;* des bélemnites, le *Nautilus sinuatus*, le *Trochus Gibsii;* des rostellaires, la *Perna aviculoides;* les *Gervillia pernoides* et *siliqua;* les *Ostrea gregaria, plicatilis, palmetta, minima, carinata* et *Marschii;* la *Pinna tetragona*, la *Modiola subcarinata*, la *Lima proboscidea*, les *Pecten lens* et *vimineus;* les *Pholadomia ovalis* et *ambigua;* l'*Isocardia concentrica*, la *Nucula pectinata;* les *Terebratula biplicata* et *ornithocephala;* un cidarite, le *Nucleolites scutata*, les *Galerites depressa* et *patella*, l'*Ananchites bicordata;* ainsi que du bois passé à l'état charbonneux ou converti en calcaire fétide.

394. *Systèmes inférieurs.* — Les marnes argileuses de Dives sont suivies par une puissante assise de calcaire qui paraît correspondre aux trois systèmes nommés par les Anglais *cornbrash, forest marble* et *great oolite*, mais qui, n'étant point séparées, comme en Angleterre, par le système argileux du *Bradfort clay*, ne peuvent être rapportées d'une manière positive à l'un plutôt qu'à l'autre des systèmes anglais. Il paraît cependant que l'on peut, jusqu'à un certain point, distinguer aussi dans ces assises trois systèmes, qui ont reçu entre autres dénominations, celles d'*oolite de Mamers*, de *calcaire de Ranville* et de *calcaire de Caen* *.

395. *Oolite de Mamers.* — L'*oolite de Mamers*, que M. Desnoyers nomme aussi *oolite à fougères*, est un système composé de couches alternatives d'oolite blanche, parfois assez fine pour ne pas laisser apercevoir les grains; de calcaire compacte, rarement schistoïde, à cassure droite ou conchoïde; de sables calcarifères et de grès de même nature.

Les couches les plus superficielles se divisent ordinairement en feuillets ou plaques minces, et ont une texture presque lamellaire. La masse principale est composée de bancs pleins et continus d'une oolite blanche à grains assez uniformes, avec des lamelles cristallines, où se trouvent disséminés des noyaux lenticulaires ou tubuleux d'oolites à grains plus fins ou de calcaire compacte. Les grès occupent ordinairement la partie inférieure.

Un caractère de cette oolite, qui est digne de remarque, parce qu'il est rare dans les calcaires, c'est de renfermer des débris de végétaux terrestres, parmi lesquels on a déterminé les *Pecopteris Reglei* et *Desnoyersii*, les

* M. Desnoyers ajoute à ces trois systèmes le *calcaire d'Alençon* et le *calcaire de Valognes;* mais je considère avec M. de Caumont ces dépôts comme appartenant au terrain liasique, plutôt qu'au terrain jurassique.

Zamites Bechii, Bucklandi, lagotis et *hastata*, le *Poacites yuccæfoliæ*, la *Mammillaria Desnoyersii.*

On y trouve aussi beaucoup de débris d'animaux, ordinairement très-difficiles à caractériser, à cause de leur état de destruction; cependant M. Desnoyers y a reconnu deux espèces de peignes, des fragments de pinne, de pinnigènes, d'huîtres, une petite avicule, deux espèces de térébratules qui se rapprochent de la *T. spathica* et de la *T. biplicata*, de petites coquilles voisines des vénus, une tige ronde d'encrinite, de petites pointes d'oursins, ainsi que des millépores et des favosites convertis en calcaire saccharoïde.

Ces débris d'animaux se retrouvent dans les couches inférieures de sables et de grès où il n'y a pas de végétaux, mais où il y a de plus, de nombreux articles de pentacrinites, de bélemnites et d'autres coquilles des genres isocarde, trigonie, crassatelle? cucullée? lucine?

396. *Calcaire de Ranville.* — Le *calcaire de Ranville,* aussi nommé *calcaire à polypiers de Caen*, est principalement composé de calcaire jaunâtre à lamelles cristallines, passant de la texture grenue à celle oolitique. On y voit aussi de véritables oolites et des marnes argileuses, quelquefois il n'est composé que de débris de coquilles liés par un ciment lamellaire. La partie superficielle est ordinairement schistoïde; plus bas on voit des couches très-épaisses, sa cohérence est fort variable; mais il est souvent assez tenace pour donner des matériaux de construction estimés. Les couches inférieures, qui sont les moins oolitiques, renferment quelquefois des bancs minces de silex noirs ou jaunes. Mais ce qui rend ce calcaire remarquable, c'est la grande quantité de polypiers qu'il renferme. Voici l'indication de plusieurs espèces déterminées par Lamouroux : *Terebellaria ramosissima, T. antilope, Berenicea diluviana, Alecto dichotoma, Idmonea triquetra, Theonoa chlatrata, Chrysaora damæcornis, C. spinosa, Eunomia radiata, Spiropora tetragona, S. cespitosa, S. elegans, S. intricata, Fungia orbulites, Millepora dumetosa, M. corymbosa, M. conifera, M. pyriformis, M. macrocaule, Cariophyllia truncata, C. Brebissonii, Limnorea mamillaris, Entelophora cellarioides, Turbinolopsis ochracea*, des escharres, des alcyons, etc. On y trouve encore beaucoup d'autres fossiles, notamment des crustacés, l'*Ammonites annulatus*, le *Nautilus truncatus*, des bélemnites, le *Trochus elongatus*, des térébratules (*T. tetrandra, T. biplicata, T. Digona, T. coarctata, T. reticulata, T. globata, T. plicatella, T. serrata, T. truncata*), la *Mactra gibbosa*, la *Pinna pinnigena*, des huîtres (*O. Marschii, O. Palmetta*), des peignes (*P. corneus, P. vimineus, P. vagans*), le *Plagiostoma punctata*, la *Lima proboscidea*, des gervillies (*G. pernoides, G. siliqua, G. monotis, G. costellata*), des avicules (*A. echinata, A. costata*), la *Modiola elegans*, des

cidarites, des clypées (*C. sinuatus, C. clinicularis*), une astérie, l'*Encrinites pyriformis*, des pentacrinites, des apiocrinites.

397. *Calcaire de Caen.* — Le *calcaire de Caen*, ainsi nommé parce qu'il a fourni les belles pierres de taille qui ont servi à bâtir la ville de ce nom, repose communément sur le système précédent. Ce calcaire est ordinairement blanc ou jaunâtre; sa texture est généralement grenue, rarement oolitique, quelquefois lamellaire; sa cohérence est variable; il est souvent tachant comme de la craie; il contient des rognons, quelquefois des bancs de silex cornés jaunâtres et noirâtres, qui passent au grès calcarifère. Les fossiles y sont beaucoup plus rares et beaucoup moins reconnaissables que dans le système supérieur, étant généralement brisés en petits fragments; on y a observé des débris de téléosaure ou crocodile de Caen, et de mégalosaure, des dents de spares et de squales, des défenses de baliste, des armures de raies, des nagcoires de poissons acanthoptérygiens; ainsi que des coquilles et des polypiers qui ne paraissent pas se distinguer d'une manière fort tranchée de celles du système supérieur.

398. *Marne de Port-en-Bessin.* — On trouve sur les côtes occidentales du Calvados, notamment à Port-en-Bessin, une marne argileuse bleuâtre, passant quelquefois au jaunâtre, qui alterne avec un calcaire marneux de mêmes couleurs. Ce système paraît se rapporter au *fullers earth* d'Angleterre. Cependant M. de Caumont le considère comme parallèle plutôt qu'inférieur au calcaire de Caen. Les fossiles animaux y sont rares, mal conservés, et ne se distinguent pas sensiblement de ceux des systèmes voisins; on y trouve beaucoup de bois pénétrés de calcaire et de pyrites.

399. *Oolite de Meslay.* — Les marnes de Port-en-Bessin reposent sur un massif calcareux qui correspond à l'*inferior oolite* des Anglais, et qui se divise en deux systèmes. Le supérieur ou *oolite de Meslay* ou de Croisille est formé d'un calcaire blanc, friable, à texture grenue, passant à l'oolite, et qui ressemble au calcaire de Caen, de manière à ce que l'on ne peut presque pas l'en distinguer dans les lieux où manque la marne de Port-en-Bessin. Les fossiles y sont rares.

400. *Oolite ferrugineuse de Bayeux.*—Le système inférieur ou *oolite de Bayeux* est aussi appelé *oolite ferrugineuse* et *oolite sableuse*, parce qu'il contient ordinairement beaucoup de limonite et de sable, surtout dans les assises tout à fait inférieures où il y a des couches de sables et de grès calcarifères, ainsi que des oolites dont les grains, de nature ferrugineuse, deviennent quelquefois des noyaux de la grosseur du poing; dans ce cas elles contiennent presque toujours, à leur centre, dit M. de Caumont, une petite coquille ou un fragment de calcaire analogue à celui des assises inférieures, lequel est entouré de feuillets concentriques d'argile ferrugineuse; mais ce système, qui se lie avec le terrain liasique, est surtout remarquable par

l'immense quantité de fossiles qu'il renferme. On y distingue, entre autres, les *Ammonites discus, acutus, quadratus, Brackenrigii, Gervillii, Brongniartii, Blagdeni, annulatus, triplicatus, biplex, rotundus, læviusculus, contractus* et *complicatus;* le *Nautilus obesus,* des *Belemnites,* le *Rostellaria Parkinsoni,* les *Melania headdingtonensis* et *lineata,* les *Turbo ornatus* et *rotundatus,* les *Trochus punctatus, elongatus, abreviatus, fasciatus, granulatus, sulcatus, ornatus, bicarinatus, concavus, imbricatus* et *reticulatus;* la *Pinna pinnigena,* les *Terebratula concinna, biplicata, ovoides, lata, dimidiata, bullata, sphæroidalis* et *emarginata;* la *Cucullea decussata,* la *Cardita lunulata;* les *Astarte excavata, planata, rugatus* et *imbricata;* la *Pholadomia Murchisoni,* l'*Ostrea Marschii,* les *Pecten corneus* et *vimineus,* les *Plagiostoma punctata* et *duplicata,* les *Lima gibbosa* et *proboscidea,* la *Gervillia pernoides,* l'*Avicula inæquivalvis,* la *Trigonia costata,* la *Myoconcha crassa;* ainsi que des vertèbres d'ichtyosaures, plusieurs espèces d'oursins et de pentacrinites, du bois passé à l'état de lignite ou à l'état calcaire; ce dernier exhale une odeur analogue à celle des truffes, d'où on l'a appelé *tartufite.*

401. *Coupe de la Champagne à Luxembourg.* — M. Puillon Boblaye ayant décrit une * coupe prise à l'autre extrémité de la grande ceinture jurassique, celle de Florenville dans le Luxembourg, à Beaumont-en-Argonne, département des Ardennes, nous prendrons cette coupe pour second exemple, en la prolongeant jusqu'au terrain crétacé de la Champagne. Du reste, il est à remarquer que cette coupe correspond à une portion de la ceinture jurassique où elle n'a plus le développement qu'elle avait un peu plus au sud.

402. *Oolite du Barrois.* — Les marnes argileuses que nous avons vues former la bordure orientale de la Champagne, sont suivies par un massif calcareux qui recouvre, entre autres, les plateaux du Barrois, et qui paraît pouvoir être rapporté au *Portlandstone.* Ce massif est composé de deux systèmes. Le supérieur, qui se trouve notamment à Brillon, à Savonières et à Chevillon, est principalement formé d'oolite à grains fins passant à la texture grossière, de couleur jaunâtre, et dont on fait de belles pierres de taille. Cette oolite alterne avec quelques petits lits minces de marne, de calcaire argileux et de limonite.

403. *Calcaire compacte du Barrois.* — Le système inférieur est presque entièrement composé de calcaire compacte blanc, qui est souvent trop fendillé pour être employé en architecture, et qui d'autres fois est recherché pour faire des marches d'escalier et des carreaux qui imitent le marbre blanc. Les fossiles sont très-rares dans ces deux systèmes, et le peu qui s'y trouve ne paraît pas avoir été encore déterminé avec soin.

* Ann. des sciences nat., tome XVII, page 35.

404. *Marne de Fresne-au-Mont.* — On trouve sous ces systèmes, du moins dans quelques endroits, notamment à Fresne-au-Mont, près de Verdun, de la marne argileuse et du calcaire marneux, renfermant des gryphées virgules et que M. Élie de Beaumont rapporte au *kimmeridge clay*.

Il paraît qu'en s'avançant vers le nord, ce système argileux se développe en même temps que les calcaires du Barrois se resserrent et même disparaissent tout à fait; de manière que dans les environs de Rethel, les marnes qui nous occupent sont immédiatement en contact avec celles du terrain crétacé.

405. *Calcaire à coraux de Belval.* — Ce système argileux est suivi par un système calcareux que l'on rapporte au *coralrag*. Il est principalement composé d'un calcaire blanc, quelquefois tenace, d'autres fois friable, prenant assez souvent la texture oolitique à grains irréguliers, parfois très-gros. Ce calcaire présente ordinairement des cavités qui ont souvent la forme de tubulures allongées, lesquelles paraissent représenter les moules extérieurs d'animaux marins, notamment de grands polypiers. Ce calcaire renferme en général une immense quantité de corps organisés remarquables par leur grandeur. Voici la liste de ceux que M. Boblaye a recueillis dans celui des environs de Belval, près de Beaumont-en-Argonne : des serpules, une turrilite voisine du *T. babeli*, la *Melania striata* de Sowerby, une autre mélanie voisine de la *M. lactea*, un vis voisin du *Terebra sulcata*, le *Plagiostoma rigida*, un peigne, l'*Ostrea gregaria*, la *Lima rudis*, une térébratule voisine de la *T. digona*, le *Cidaris globatus*, des pointes d'oursin très-multipliées, et de nombreuses encrines.

406. *Argile bleue de Belval.* — M. Boblaye a observé immédiatement sous le calcaire dont nous venons de parler, une couche d'argile bleue ou noirâtre, grasse et onctueuse, dans laquelle on ne trouve pas d'autres fossiles que des pointes d'oursin et des encrines analogues à celles du calcaire supérieur.

407. *Oolite ferrugineuse de Belval.* — On voit sortir de dessous cette argile une oolite ferrugineuse, renfermant beaucoup de débris de coquilles indéterminables, et passant quelquefois au sable ferrugineux.

408. *Marne de Stonne.* — On trouve ensuite un puissant massif argileux qui correspond à l'*Oxford clay*, et qui supporte de grandes forêts. M. Boblaye divise ce massif en deux systèmes : l'un, qu'il considère comme supérieur, parce qu'on le voit sous l'oolite ferrugineuse de Belval, et qui est notamment très-épais à Stonne, est composé de marne argileuse alternant avec un calcaire argileux bleuâtre, qui, dans la partie supérieure, passe à un calcaire ferrugineux sublamellaire d'un bleu sale. Ce système est caractérisé par la présence de la *Gryphæa dilatata*. M. Boblaye y a en outre recueilli des ammonites, des bélemnites, des huîtres (*O. pectinata*, *O. pennaria*, *O. flabelloides*, *O. deltoidea*), une anomie, la *Pinna lanceolata*, des phola-

domies, dont une voisine de la *P. protei;* la *Modiola tulipea,* une moule, une térébratule voisine de la *T. subrotunda*, la *T. media* et des peignes.

409. *Marne bleue de Stenay.* — Le second système qui se voit, entre autres, à la tuilerie de Stenay, est formé d'une marne argileuse d'un bleu foncé, grasse, renfermant du lignite, des pyrites, de petits cristaux de gypse, ainsi que des bancs de calcaire schistoïde, quelquefois ferrugineux, et contenant, de temps en temps, des noyaux de calcaire compacte. Les fossiles de ce système sont très-différents de ceux de la marne de Stonne. M. Boblaye, qui regarde les *Trigonia costata* et *clavellata* comme les plus caractéristiques, y a aussi observé une serpule, l'*Ammonites coronatus?* l'*Ostrea nana?* une autre huître, un petit peigne et des nucléolites.

410. *Calcaires de Stenay.* — La marne bleue recouvre immédiatement un massif calcareux, qui est divisé en deux systèmes par un lit d'argile bleue ou brune. Le système supérieur, que l'on rapporte au *cornbrash,* est caractérisé par beaucoup d'*Avicula echinata*, et composé d'un calcaire dont la partie supérieure se divise en feuillets minces, à texture sublamellaire, quelquefois oolitique, de couleur jaunâtre et traversé par des fissures rougeâtres ou violettes; la partie inférieure est formée d'une oolite ferrugineuse d'une texture plus grossière et moins feuilletée. Le système inférieur, que l'on rapporte au *forest marble,* se compose de petits bancs de calcaire sableux, d'oolites abondantes en polypiers, qui lui donnent quelquefois une texture saccharoïde, et d'oolites ferrugineuses. On voit de ces dernières dans la partie la plus basse du système, qui sont tenaces, et qui sont presque entièrement composées de débris de peignes, de pinnes, de pernes et d'autres coquilles. M. Boblaye a reconnu, dans cet étage, des dents de poissons, l'*Avicula echinata,* le *Plagiostoma cordiformis,* plusieurs peignes, et notamment les *P. fibrosus* et *lens*, la *Gryphæa lituola,* une grande huître, une perne, la *Terebratula subrotunda*, ainsi que plusieurs autres térébratules lisses, et une espèce striée; un spatangue, le *Nucleolites columbaria,* des millépores.

411. *Marnes blanches de Stenay.* — Ces calcaires sont suivis par des marnes calcaires blanches, que M. Boblaye rapporte au *Bradford clay* des Anglais, et qui sont caractérisées par une grande quantité de pentacrinites, ainsi que par la *Gryphæa lituola*, les *Terebratula digona* et *coarctata.* M. Boblaye y a aussi reconnu des crabes, des serpules, l'*Ammonites vulgaris,* des nérinées, des turrilites, des ampullaires ou des sabots, des peignes, des spondyles ou podopsides, des pinnes, l'*Avicula echinata,* l'*Ostrea costata,* l'*O. acuminata,* l'*Astarte planata,* des isocardes, des hémicardes? plusieurs térébratules, le *Cydarites ornatus* et beaucoup de madrépores.

412. *Oolite de Montmédy.* — On arrive alors à un système calcareux fort

puissant, que M. Boblaye rapporte à la *great oolite* d'Angleterre, et qui est principalement composé d'une oolite jaunâtre, quelquefois blanchâtre, à petits grains, qui donne de bonnes pierres de taille exploitées dans un grand nombre de lieux, notamment aux environs de Montmédy. Cette oolite passe dans ses parties inférieures à une lumachelle grossière. Les fossiles les plus caractéristiques de ce système sont l'*Ostrea acuminata*, la *Terebratula media*, des madrépores, des pentacrinites, etc.

413. *Marne d'Amblimont.* — On trouve après ce calcaire un dépôt de marne argileuse bleu foncé, grasse et onctueuse, renfermant des rognons géodiques de calcaire compacte gris de fumée, et des cristaux de gypse. Cette marne est souvent très-carbonifère; aussi l'exploite-t-on quelquefois, notamment à *Amblimont*, pour la brûler et en faire des cendres, que l'on emploie à l'amendement des terres. On s'en sert aussi pour faire des briques. M. Boblaye, qui rapporte cette marne au *fullers earth*, y a recueilli des ammonites, des nautiles, des bélemnites (*B. compressus*, *B. dilatatus*), la *Terebratula media* et une autre térébratule, voisine de la *T. vulgaris*; des moules de lutraire et de donacites.

414. *Oolite ferrugineuse de Margut.* — La marne dont nous venons de parler est suivie par un système principalement composé de calcaire ferrugineux, tenace, schistoïde, dont les feuillets ont une texture compacte, et dont la couleur, ordinairement bleuâtre, quelquefois verdâtre, dans l'intérieur, devient d'un brun rougeâtre par son exposition à l'air. Ce calcaire prend aussi la texture oolitique, devient friable, et contient tant de fer que, dans quelques endroits, notamment aux environs de Margut, on l'exploite comme minerai de fer; mais il donne du fer de qualité inférieure à celui que l'on trouve dans les environs en filons ou en amas superficiels, et dont nous avons parlé à l'article du terrain diluvien (281). M. Boblaye considère ce système comme étant caractérisé par la présence de la *Plicatula spinosa*, et dit que l'on y trouve aussi plusieurs espèces d'ammonites (notamment l'*Ammonites Delomchampi*), des bélemnites, des gryphées (*G. arcuata*, *G. cymbium*), le *Plagiostoma pectinoides*, des peignes, des huîtres, des lithodomes, des modioles, des pinnes, des encrines, des caryophyllies et des turbinolies; fossiles qui se trouvent également dans un autre système calcareux, qui n'est séparé de celui-ci que par un lit d'argile bleuâtre ou noirâtre, et dont nous parlerons à l'article du terrain liasique.

415. *Terrain jurassique de l'Auxois.* — M. de Bonnard ayant donné * une description détaillée de l'Auxois, c'est-à-dire, de la partie de la Bourgogne qui s'appuie sur les terrains primordiaux de Morvan, nous croyons devoir en présenter ici les résultats pour ce qui concerne le groupe jurassique.

* *Ann. des mines*, tome X, année 1825.

M. de Bonnard désigne sous le nom de *terrain de calcaire blanc* un massif puissant, qu'il divise en quatre systèmes principaux, auxquels il donne respectivement les noms de *calcaire conchoïde*, de *calcaire oolitique*, de *calcaire blanc-jaunâtre marneux* et de *calcaire à entroques*.

416. *Calcaire conchoïde.*— Le premier de ces calcaires est d'un gris-blanchâtre ou jaunâtre, compacte, à cassure unie et conchoïde, souvent traversé par des veines de calcaire magnésien et de calcaire ferrifère spathique ou terreux ; les fossiles y sont rares, le plus commun est une espèce de lime.

417. *Calcaire oolitique.*—Le *calcaire oolitique*, qui est le plus abondant de tous, est ordinairement blanchâtre passant au jaunâtre et quelquefois au rougeâtre ; c'est une oolite à grains fins et assez réguliers. Ses assises superficielles ont une grande tendance à se déliter en feuillets assez minces pour qu'on les emploie à couvrir les toits. Ce calcaire est souvent traversé par des cavités, et c'est dans ces couches que se trouvent les célèbres grottes d'Arcy.

418. *Calcaire blanc-jaunâtre marneux.*—Le *calcaire blanc-jaunâtre marneux* a une cassure un peu inégale et terreuse ; ses assises superficielles se délitent aussi en plaques propres à couvrir les toits ; il est surtout abondant au nord-est d'Avallon. On y voit quelquefois des bancs minces d'une lumachelle brune presque entièrement composée de débris de coquilles, et quelques lits d'argile d'un bleu noirâtre. Ce calcaire renferme beaucoup de fossiles, notamment des ammonites, la *Perna aviculoides*, des pinnes, la *Pholadomia protei*, des arches, des peignes, des huîtres, etc.

419. *Calcaire à entroques.*—Le *calcaire à entroques* varie du blanc au gris et au jaune-rougeâtre. Sa texture est un peu lamellaire, passant au grenu et quelquefois au saccharoïde et même à l'oolitique ; il se délite aussi en feuillets dans ses parties superficielles. Il renferme fréquemment des rognons de minerai de fer brun-rougeâtre, et dans les fentes on voit souvent des stalactites d'albâtre. Ce calcaire est quelquefois presque entièrement composé d'entroques. On y trouve aussi d'autres fossiles, notamment de grandes huîtres, des peignes, des térébratules (*T. media*), des plicatules, des sabots, des nautiles, des ammonites, des oursins, des polypiers, etc.

420. *Rapport avec les autres systèmes.* — On voit par ce qui précède, qu'en considérant ce massif calcareux isolément, il est très-difficile de le rapporter aux étages et aux systèmes que nous avons indiqués ; mais M. Élie de Beaumont a reconnu * que ce massif s'enfonce du côté de la Champagne sous deux autres massifs, qui le séparent du terrain crétacé et qui présentent une série de systèmes où l'on reconnaît facilement le *Portlandstone*, le *kimmeridge clay*, le *coralrag* et l'*Oxford clay*. D'un autre côté, le calcaire blanc de l'Auxois repose sur un système argileux, dont nous parlerons dans le

* *Ann. des sc. nat.*, tome XVI, page 237.

chapitre suivant, comme appartenant au terrain liasique; de sorte que le calcaire blanc de l'Auxois représente l'étage inférieur du terrain jurassique. Alors on pourrait voir dans le calcaire conchoïde un rudiment du *cornbrash*, du *forest marble* et du *Bradford clay;* le calcaire oolitique représenterait la *great oolite;* le calcaire marneux correspondrait au *fullers earth*, et le calcaire à entroques à l'*inferior oolite*.

421. *Terrain jurassique du Jura.* — Comme le terrain jurassique doit sa dénomination à son abondance dans le Jura (77), il convient de ne pas terminer cet article sans parler des dépôts qui se trouvent dans cette chaîne, quoique l'étude géognostique des montagnes soit généralement plus difficile, et par conséquent plus sujette à des incertitudes, que celle des pays de collines.

Le massif jurassique du Jura se rattache du côté du nord-ouest à celui de la Bourgogne, du côté du nord-est à celui du Rauhe Alb, et du côté du sud-est à celui des Alpes pennines; il s'appuie au nord sur le massif primordial des Vosges, et il est bordé dans le reste de son étendue par les massifs tériaires des plaines de la Saône, de la Suisse et de l'Alsace.

422. Le Jura est une des chaînes où l'on voit les exemples les plus fréquents et les mieux prononcés de la stratification arquée (206). Il y a cependant nn grand nombre de chaînons où les couches supérieures sont séparées vers le sommet de la montagne, et où la voûte n'est formée que par des couches inférieures; il arrive souvent alors que les couches supérieures forment aux deux côtés de cette voûte des escarpements, que l'on appelle *crets,* et qui sont séparés de la voûte par des espèces de vallons élevés, que l'on appelle *combes.* Quelquefois les couches sont renversées, c'est-à-dire que leur superposition se présente d'un côté de la montagne dans un sens contraire à celui de l'autre côté; mais ce phénomène ne se remarque que dans les lieux où l'inclinaison est extrêmement forte.

423. Le Jura se compose presque entièrement de terrain jurassique; cependant les terrains liasique et triasique forment souvent les assises inférieures, tandis que les terrains tritonien et nymphéen s'étendent quelquefois dans les vallées; on y voit aussi des dépôts diluviens, notamment des blocs erratiques, qui reposent, dans certains lieux, à une hauteur considérable. La composition de la partie jurassique du Jura est assez simple, et le calcaire, surtout le calcaire compacte blanc, y domine; les roches argileuses et quartzeuses y sont plus rares que dans les autres contrées jurassiques que nous avons examinées; les fossiles y sont moins abondants, et ceux qui s'y trouvent sont moins bien conservés. Ces diverses circonstances, jointes aux irrégularités de la stratification, sont cause que la distinction des systèmes et leur rapprochement avec ceux des autres contrées plus classiques, sont très-difficiles à faire d'une manière positive; aussi ne possède-t-on pas encore de description géognostique complète du Jura; mais M. Thurmann a fait

connaître * la coupe de Porentruy à Bienne, et nous allons donner une idée de ce travail.

L'auteur établit quatre *groupes*, qu'il distingue par les épithètes de *portlandien, corallien, oxfordien* et *oolitique*. Le premier correspond à l'étage supérieur ; les deux suivants à l'étage moyen, et le dernier à l'étage inférieur ; il subdivise ensuite ces groupes en quatorze divisions de la manière suivante :

1° Le *calcaire portlandien* (*Portlandstone*), qui est principalement composé de calcaire compacte, quelquefois oolitique ou un peu feuilleté, à cassure souvent conchoïde, de couleurs claires, très-variées, passant dans ses parties inférieures à la marne ; renfermant entre autres fossiles la *Gryphœa virgula* ou *Exogyra virgula*, des isocardes et de nombreux moules de coquilles turriculées, qui appartiennent à l'un des genres proto, nérinée ou turritelle.

2° Les *marnes kimméridiennes* (*kimmeridge clay*), formées de marnes jaunâtres, renfermant des bancs subordonnés de calcaire argileux ou sableux, quelquefois compacte, d'autres fois oolitique, passant à la lumachelle, renfermant beaucoup de fossiles, souvent mal conservés, où dominent les acéphales, notamment la *Gryphœa virgula*, des térébratules, des huîtres, des peignes.

3° Le *calcaire à astarte* que l'auteur rapporte au calcaire de Blangy (391) et qui est compacte, à cassure conchoïde, de couleur claire, assez pure, renfermant très-peu de fossiles, parmi lesquels on distingue surtout l'*Astarte minima*.

4° Le *calcaire à nérinées*, qui est blanc, compacte, à cassure souvent conchoïde, renfermant peu de fossiles, dont les plus fréquents sont les *Nerinea bruntrutana*, *elegans* et *pulchella*.

5° L'*oolite corallienne*, qui est une oolite à grains inégaux, dont la couleur ordinaire est le blanc, rarement le gris de fumée ou le bleuâtre.

6° Le *calcaire corallien*, qui a la texture compacte, quelquefois grenue, passant aux textures lamellaire et saccharoïde ; mais cette dernière appartient à des polypiers qui sont extrêmement abondants dans ce système, et dont le têt est souvent passé à l'état siliceux.

Ces quatre dernières divisions, qui se lient très-intimement, paraissent se rapporter au *coralrag*, et forment le groupe corallien de M. Thurmann. Les deux divisions suivantes forment son groupe oxfordien, et les six dernières appartiennent à son groupe oolitique.

7° Le *terrain à chailles*, qui est composé de calcaire argileux ou sableux et de marnes renfermant des rognons sphéroïdaux, du calcaire gris de fumée et des rognons souvent géodiques d'une argile plus ou moins

* Mémoires de la Société d'histoire naturelle de Strasbourg, année 1832.

ocreuse, que l'on nomme *chailles* en Franche-Comté. Les fossiles y sont souvent siliceux : on y distingue plusieurs espèces de serpules, quelques ammonites, la *Turritella echinata*, plusieurs coquilles d'acéphales, des échinides et un grand nombre de polypiers.

8° Les *marnes oxfordiennes* et le *kellowayrock*, qui sont composés de marnes bleues, renfermant des bancs et des rognons sphéroïdaux de calcaire argileux compacte, gris de fumée. Les fossiles y sont très-nombreux ; on y remarque notamment beaucoup d'ammonites, dont le têt est transformé en pyrites.

9° La *dalle nacrée*, qui est une lumachelle feuilletée, passant à l'oolite miliaire, présentant des lames cristallines et des reflets nacrés, et renfermant une grande quantité de fossiles, mais trop triturés pour pouvoir être déterminés.

10° Les *calcaires roux sableux*, dont la couleur varie du jaune-roussâtre, lequel est la teinte dominante, au rougeâtre, au violâtre, au bleuâtre, etc., dont la texture est ordinairement grenue, un peu cristalline, et qui sont accompagnés de marnes jaunâtres, quelquefois bleues, souvent sableuses et ferrugineuses. Les fossiles y sont nombreux, mais mal conservés, et paraissent se rapporter à ceux du *Bradford clay*.

11° La *great oolite*, qui est une oolite miliaire, dont les grains sont unis par une pâte compacte, légèrement lamellaire, très-cohérente, de couleur ordinairement blanche, souvent bleuâtre à l'intérieur, renfermant quelques fragments de fossiles indéterminables.

12° Les *marnes à ostrea acuminata*, qui paraissent se rapporter au *fullers earth* d'Angleterre, et se composent de marnes gris-jaunâtres, quelquefois bleuâtres, accompagnées de calcaire argileux, de mêmes teintes, passant à l'oolite.

13° L'*oolite subcompacte* ou *inferior oolite*, qui est une oolite miliaire, dont les grains sont enveloppés par une pâte compacte, un peu lamellaire, devenant ferrugineuse dans la partie inférieure.

14° L'*oolite ferrugineuse*, qui est une roche à texture oolitique, dont les grains sont ordinairement de limonite plus ou moins mélangée de calcaire et enveloppée dans une pâte de même nature, à texture lamellaire, et se liant dans sa partie inférieure avec des grès et des marnes sableuses, dont M. Thurmann forme, sous le nom de *grès superliasique* ou *marly sandstone*, la quinzième division de son terrain jurassique; mais que, pour des motifs qui seront exposés à l'article suivant, nous considérons comme appartenant au terrain liasique.

424. *Terrain jurassique des Cévennes.*—Les Cévennes présentent aussi des dépôts jurassiques, qui se rattachent d'un côté à ceux du Poitou, et de l'autre à ceux des Alpes du Dauphiné, de sorte que le massif primordial du

centre de la France est entouré par une ceinture jurassique presque pas interrompue. Les dépôts jurassiques des Cévennes ont beaucoup de ressemblance avec ceux du Jura, en ce qu'ils s'élèvent aussi à de grandes hauteurs, que le calcaire compacte y domine et que les divers systèmes y sont moins distincts que dans les collines qui bordent le bassin de Paris.

Mais les Cévennes diffèrent du Jura, en ce que dans celui-ci le massif ammonéen est tellement puissant que l'on n'y arrive pas aux terrains inférieurs, tandis que dans les Cévennes, les terrains ammonéens ne forment qu'une espèce de manteau, qui, dans ses déchirures, laisse apercevoir les terrains primordiaux, et qui est, dans beaucoup d'endroits, traversé par des dykes, des culots ou des coulées de terrains pyroïdes. Une autre circonstance que présente aussi le terrain jurassique des Cévennes est l'existence de la houille qui s'y trouve, notamment dans les environs de Milhau, vers la partie inférieure du dépôt. Cette houille, qui tient à peu près le milieu entre la houille proprement dite et le lignite, est appelée *stipite* par M. Brongniart, parce que les débris de végétaux qui l'accompagnent, au lieu d'être des fougères, des équisétacées et d'autres plantes analogues à celles du terrain houiller, sont généralement composés de cycadées.

425. *Houille de Boltigen.* — Les incertitudes qui règnent encore sur la détermination géognostique des dépôts des Alpes, que l'on rapporte au terrain jurassique, sont cause que nous nous bornerons à ajouter ici que M. Studer place dans ce groupe une véritable houille, qui se gonfle au feu, brûle avec flamme et odeur bitumineuse, en semblant se fondre, et que l'on exploite dans le Simmenthal, notamment à Boltigen, canton de Berne. Ce combustible est accompagné de calschiste bitumineux et de macigno, et cet ensemble, surtout la houille et le calschiste, renferme des fossiles que leur état de destruction rend difficile à déterminer; mais que M. Brongniart * a cru pouvoir rapporter aux genres moule, avicule, toupie ou cadran, astarte, cythérée, lucine, corbule et caryophyllie.

IIIe GROUPE. — *Terrain liasique.*

426. *Observation préliminaire.* — Nous désignons par la dénomination de *terrain liasique* une association de roches dont le type a été nommé *lias* par les géologistes anglais. Cette association n'a peut-être pas plus de titres pour figurer comme groupe spécial, que plusieurs de celles que nous avons réunies, comme systèmes, dans le terrain jurassique. Mais l'importance qu'on lui a donnée et la manière dont un grand nombre de géologistes l'ont prise pour point de repère, ou, comme dit M. de Humboldt, pour horizon

* *Ann. des sc. nat.*, tome XI, page 266.

géognostique, nous ont engagé à lui conserver aussi un nom particulier dans notre nomenclature *.

427. *Caractères généraux.* — Les principaux caractères qui distinguent ce groupe du terrain jurassique, sont la présence, ou plutôt l'abondance de la *Gryphœa arcuata* de Lamarck ou *Gryphœa incurva* de Sowerby, et l'absence, ou plutôt l'extrême rareté des roches à texture oolitique. Mais on sent qu'une circonstance aussi variable qu'un accident de texture, n'est pas de nature à être bien constante, et il est peu probable, d'après ce que nous apprend l'étude de la nature, qu'une espèce d'être vivant se trouve exclusivement concentrée et généralement répandue dans un seul groupe de terrains. Aussi existe-t-il beaucoup de contrées où le terrain liasique n'a pu être distingué jusqu'à présent; et il est possible que l'on reconnaîtra un jour qu'il n'y a de constant dans les caractères attribués maintenant à ce groupe, que sa position entre le terrain jurassique et le terrain triasique.

Du reste, le terrain liasique ressemble beaucoup au terrain jurassique, avec lequel il se mêle plus ou moins intimement; sa stratification est généralement la même **.

Il est aussi composé de roches calcareuses, argileuses et quartzeuses, qui souvent alternent indéfiniment entre elles, surtout les roches calcareuses et marneuses, mais qui se développent ou s'isolent où domine successivement chacun de ces genres. Ces systèmes sont quelquefois disposés en allant de haut en bas, dans l'ordre que nous venons d'indiquer. Mais comme un même étage, ainsi que nous avons déjà eu l'occasion de le faire remarquer plusieurs fois, est dans le cas de changer de nature, selon les lieux, on a cherché s'il n'y

* M. Dufrénoy, dans son Mémoire sur le plateau central de la France, réunit le lias avec le terrain jurassique, parce qu'il y a une véritable liaison entre ces deux groupes et que la séparation est souvent difficile à déterminer. J'ai d'autant moins envie de contester la réalité de ces deux circonstances que, pendant longtemps, je n'ai fait qu'un seul groupe du terrain jurassique, du lias et du *muschelkalk;* mais si les liaisons des terrains suffisaient pour empêcher leurs divisions, on ne devrait faire qu'un seul groupe de toute l'écorce du globe; car, comme je l'ai dit au commencement de ce livre, il n'y a de transition brusque que quand la série naturelle est interrompue, et l'on ne doit voir dans toutes nos divisions qu'un moyen de faciliter l'étude sans leur donner plus d'importance qu'elles n'en méritent réellement.

** M. Charbaut, dans son intéressant mémoire sur la géologie des environs de Lons-le-Saulnier (*Ann. des mines,* 1819, t. IV, page 579), insiste beaucoup sur la discordance de stratification qui existe dans cette contrée, entre les terrains liasique et jurassique, ou, d'après sa nomenclature, entre le calcaire à gryphites et le calcaire oolitique; mais cette circonstance, contraire à celle que M. Dufrénoy a observée dans le sud-ouest de la France (*voir la note précédente*), annoncerait seulement, d'après ma manière de voir, qu'il manquerait à Lons-le-Saulnier quelques termes de la série, ou, au moins, que le sol aurait éprouvé quelque dérangement dans l'intervalle qui s'est écoulé entre la déposition de la dernière couche à gryphites et celle de la première couche oolitique.

avait pas de caractères moins variables, et on a cru remarquer que l'étage supérieur renfermait ordinairement plus de bélemnites, l'étage moyen plus de gryphées, et l'étage inférieur plus de plagiostomes, de sorte que l'on s'est quelquefois servi du nom de ces coquilles pour les distinguer, surtout des deux premières espèces.

Les dépôts liasiques se trouvant presque toujours à la suite des massifs jurassiques, et ayant été ordinairement décrits en même temps que ces massifs, nous allons faire connaître ceux qui forment la continuation des coupes jurassiques dont nous avons parlé à l'article précédent.

428. *Terrain liasique de la Basse-Normandie.* — Nous commencerons donc par citer le terrain liasique de la Basse-Normandie, qui suit immédiatement l'oolite ferrugineuse de Bayeux (400). Il y est formé de couches alternatives de marne et de calcaire, et peut y être divisé en trois étages, que M. de Gerville a respectivement désignés par les noms de *banc des bélemnites*, de *banc des gryphites* et de *banc des pectinites*, d'après les espèces de coquilles qui y dominent.

429. *Calcaire à bélemnites de Bayeux.* — L'étage supérieur est composé principalement de marne et de calcaire marneux bleuâtre. M. de Caumont a remarqué que ce calcaire devient quelquefois ferrugineux, qu'il prend alors une couleur jaunâtre et renferme des grains oolitiques, ainsi que des rognons de silex, de sorte qu'il ressemble à l'oolite ferrugineuse de Bayeux, avec laquelle on l'a souvent confondu. Lorsque cet étage repose immédiatement sur les roches quartzeuses et schisteuses des terrains pénéens et hémilysiens, il éprouve des variations encore plus fortes; il y prend souvent une texture conglomérée et renferme beaucoup de noyaux quartzeux; d'autres fois il y prend une texture lamellaire qui le fait ressembler à certains systèmes oolitiques supérieurs *.

430. *Calcaire à gryphites de Bayeux.* — Le calcaire à gryphites paraît plus uniformément composé de marne et de calcaire marneux bleuâtre passant quelquefois au noirâtre; on y voit cependant des bancs et des rognons de

* M. Hérault, dans son *Tableau des terrains du département du Calvados*, dit que le calcaire à bélemnites doit être rangé dans le terrain jurassique, et je n'ai aucune observation à faire à ce sujet, puisque, dans ma manière de voir, chacun peut, en quelque façon, placer plus haut ou plus bas, raccourcir ou allonger, à volonté, les accolades qui indiquent les divisions que l'on établit pour l'étude des séries d'êtres naturels; mais M. Hérault ajoutant, page 97, qu'il a tout lieu de croire que l'étage supérieur du lias manque dans le département du Calvados, je dirai que j'ai beaucoup de peine à admettre qu'il manque dans cette contrée un terme de la série des terrains entre les groupes jurassique et liasique. Tout me semble annoncer, au contraire, qu'il y existe une liaison intime entre ces deux groupes; opinion que l'ouvrage de M. Hérault confirme encore lorsqu'il avance que M. de Caumont a réuni dans son calcaire à bélemnites des assises qui appartiennent à l'oolite inférieure; car

calcaire compacte, à cassure conchoïde, et traversé par des veines de calcaire cristallin.

M. de Caumont cite les fossiles suivants comme se trouvant dans les deux étages dont nous venons de parler, savoir : des vertèbres d'ichtyosaures et de plésiosaures, le *Dapedium politum*, ainsi que plusieurs autres poissons ; les *Ammonites stellaris, lugans, concavus, excavus, Walcotii, Bucklandii, fimbriatus, Stokesi, Strangwaysii, falcifer, decipiens*, et une grande espèce dont le diamètre est quelquefois de près d'un mètre ; le *Nautilus truncatus*, deux ou trois espèces de bélemnites, les *Terebratula acuta, ornithocephala* et *quadrifida ;* les *Spirifer oblatus* et *Walcotii*, la *Cardita striata?* l'*Union crassissima*, les *Pholadomia gibbosa* et *lyrata*, les *Gryphæa incurva* et *dilatata*, la *Plicatula spinosa*, les *Pecten æquivalvis* et *barbatus*, le *Plagiostoma gigantea*, la *Modiola cuneata*, la *Pinna lanceolata*, des pentacrinites, quelques polypiers, du bois à odeur de truffes, etc.

431. *Calcaire de Valognes.* — L'étage inférieur, que M. de Caumont appelle *calcaire d'Osmanville* ou de *Valognes*, est composé de calcaire jaunâtre ou blanchâtre, rarement gris-bleuâtre, dur, dont la texture est grenue, quelquefois un peu lamellaire, renfermant des grains de sable et qui alterne avec des lits minces d'argile jaunâtre et de sable argileux. Les fossiles de cet étage sont, d'après M. de Caumont, des peignes, des plagiostomes, des limes, des placunes, des vénus, des avicules, des huîtres, des pinnes (*P. lanceolata*), des moules, des mélanies, des ammonites, notamment la grande espèce que nous avons citée dans les étages supérieurs ; des cidarites, des astrées, du bois fossile, des vertèbres de sauriens, probablement des plésiosaures, et même la *Gryphæa incurva*, que l'on avait cru longtemps ne pas se trouver dans ce système.

432. *Terrain liasique du Luxembourg. Calcaire à bélemnites d'Orval. Marnes de Carignan.* — Nous passerons maintenant au terrain liasique qui se trouve sur le prolongement, vers Luxembourg, de la coupe se dirigeant de la Champagne à Florenville, dont nous avons parlé à l'article précédent. On y rencontre d'abord, à la suite de l'oolite ferrugineuse de Margut (414),

je ne puis croire qu'un observateur tel que M. de Caumont, aurait pu faire une semblable réunion, s'il n'y avait pas de liaison entre ces assises. D'un autre côté, le calcaire à gryphées de Bayeux, étant considéré par M. Hérault, aussi bien que par M. de Caumont, comme appartenant à l'étage moyen du terrain liasique, il me paraît plus rationnel, d'après ce que je viens de dire, de rapporter, ainsi que le fait M. de Caumont, à l'étage supérieur de ce groupe, le système qui repose immédiatement sur l'étage moyen. De cette manière le calcaire à bélemnites de Bayeux demeure assimilé à celui des Cévennes, qui occupe la même position, et qui est caractérisé par les mêmes fossiles, rapprochements qui doivent l'emporter sur quelques différences minéralogiques qui sont probablement dues au soulèvement de cette chaîne de montagnes.

un puissant étage de calcaire jaunâtre grenu, quelquefois oolitique, contenant des grains de quartz et passant au grès calcarifère et au sable. Cette roche, qui fournit de beaux matériaux de construction, est, entre autres, très-bien prononcée dans les environs d'Orval (Luxembourg), et renferme quelques lits de marnes micacées verdâtres et de marnes ferrifères qui, dans certains lieux, comme dans les environs de Carignan, se développent et paraissent prendre la place du calcaire. M. Boblaye a observé dans cet étage les mêmes fossiles que ceux de l'oolite de Margut que nous avons cités dans le chapitre précédent, et il le considère comme étant principalement caractérisé par l'abondance des bélemnites. Cette dernière circonstance, ainsi que la présence de la *Gryphæa arcuata* et l'identité de position avec le calcaire à bélemnites de Bayeux, que M. de Caumont regarde comme une subdivision du lias, nous a aussi porté à ranger ce système dans le terrain liasique plutôt que dans le terrain jurassique.

433. *Calcaire à gryphites.*— On voit sortir de dessous cet étage un autre massif, caractérisé par une grande abondance de *Gryphæa arcuata,* et qui se prolonge sur plusieurs plateaux de cette contrée. Ce nouvel étage est composé de marnes et de calcaire marneux ordinairement bleuâtre, quelquefois jaunâtre, et qui donne de la chaux recherchée pour les constructions hydrauliques. Indépendamment de la *Gryphæa arcuata,* M. Boblaye a trouvé dans cet étage des cythérées, des huîtres, des plagiostomes (*P. punctata, P. gigantea*), des ammonites, des cirrhus, le *Pleurotomaria ornata,* des turbinolies; on y trouve aussi des térébratules.

434. *Grès de Luxembourg.* — Cet étage est suivi par un autre massif, qui est, entre autres, très-développé à Luxembourg, et qui est presque entièrement composé de grès blanc ou jaunâtre, souvent calcarifère, passant du calcaire sableux et même du calcaire marneux de l'étage supérieur, au sable et quelquefois au poudingue. Les fossiles sont très-rares dans les couches de grès bien prononcé; mais ils sont très-communs dans les petits bancs de calcaire sableux qui lui sont subordonnés. Les plus caractéristiques de ces fossiles sont le *Plagiostoma gigantea;* on y trouve aussi la *Gryphæa arcuata,* des ammonites, des peignes. Ce grès, qui est très-propre à faire des pierres de taille, a été rapporté au *quadersandstein* des auteurs allemands; mais placé entre le calcaire à gryphites et le terrain triasique, sa position est bien différente de celle que l'on attribue maintenant au grès de Kœnigstein (369). On l'a aussi rapporté, sous le nom de *keupersandstein,* au terrain inférieur, mais ses fossiles étant ceux du terrain liasique, nous croyons, avec MM. Steinninger et Élie de Beaumont, qu'il convient de le considérer comme appartenant à ce groupe.

435. *Terrain liasique de l'Auxois. Marnes brunes à bélemnites.* — Dans l'Auxois on voit immédiatement après le calcaire à entroques dont nous

avons parlé à l'article précédent (419), un massif principalement composé de marnes argileuses, brunes ou d'un gris-bleuâtre, quelquefois noirâtres ou violâtres, à texture schistoïde, souvent micacées et bitumineuses, renfermant des bancs et des rognons de calcaire ordinairement marneux, passant à la lumachelle et de couleur grise ou de teintes plus foncées. Ce système renferme beaucoup de fossiles, surtout des bélemnites. M. de Bonnard y a aussi trouvé des ammonites, des toupies, le *Pecten inæquivalvis,* le *Plagiostoma gigantea,* la *Gryphæa cymbium,* des huîtres, des modioles, des térébratules, etc. Ces fossiles se rapprochant beaucoup de ceux du calcaire à bélemnites de Bayeux (429), nous avons cru devoir ranger ce système dans le terrain liasique, quoique M. de Bonnard, auquel nous en devons la connaissance, l'ait placé dans la même division que le calcaire blanc supérieur, plutôt que dans celle du système inférieur, dont nous allons parler; du reste les marnes brunes qui nous occupent se lient avec l'un et l'autre de ces systèmes.

436. *Calcaire à gryphites.* — Ces marnes brunes sont suivies par un système formé de calcaire et de marnes, et qui est caractérisé par l'abondance de la *Gryphæa arcuata.* Le calcaire de ce système est ordinairement bleu-noirâtre ou gris-blanchâtre marbré; le premier, que l'on appelle *pierre bise* ou *pierre bleue,* est le plus cohérent et le plus rempli de fossiles; le second, que l'on appelle *pierre blanche,* est moins cohérent et paraît de nature plus argileuse. Dans quelques lieux, il passe à un calcaire un peu lamellaire, pénétré d'une grande quantité d'oxyde de fer, et que l'on appelle *pierre rouge.* Ce calcaire renferme assez fréquemment des veines et des rognons de barytine, ainsi que des grains de galène et des filons d'une argile mélangée de minerai de fer, avec des noyaux de barytine et d'apatite. Les fossiles sont très-abondants dans ce système, et, outre la *Gryphæa arcuata,* M. de Bonnard y a observé beaucoup de bélemnites, l'*Ammonites Bucklandi,* des toupies, le *Pecten lens* et d'autres peignes, la *Mya intermedia,* l'*Unio hybrida,* du bois passé à l'état de lignite fibreux, des empreintes de fucoïdes.

437. *Marnes et lumachelles à plagiostomes.* — Le calcaire à gryphites se lie avec un massif qui le sépare du terrain granitique, et dont M. de Bonnard appelle la partie supérieure, *terrain de marnes et de lumachelles,* et la partie inférieure, *terrain d'arkose.*

Le premier de ces systèmes est principalement composé de marnes grisâtres et noirâtres plus ou moins argileuses, et d'un calcaire lumachelle de même couleur, ordinairement marneux, qui se trouve quelquefois, surtout dans les assises supérieures, en rognons dans les marnes, et qui, d'autres fois, surtout dans les assises inférieures, forme des couches réglées qui passent au macigno et même à l'arkose; car le feldspath entre quelquefois dans la composition de ce macigno, lequel forme non-seulement des couches, mais se

trouve aussi en fragments dans la lumachelle. On voit encore dans cette dernière, de même que dans le macigno, de petits noyaux de calcaire marneux jaunâtre : les roches de ce système renferment également des veines de barytine, des grains de galène, et on trouve dans les marnes des rognons, des amas et quelquefois de petits bancs de gypse.

Quoique ce système soit ordinairement séparé du granite par le système dont nous allons parler, il le touche quelquefois immédiatement, et M. de Bonnard a observé à Toutry de la lumachelle qui adhérait fortement au granite.

Les fossiles sont extrêmement abondants dans ce système. M. de Bonnard y a, entre autres, reconnu le *Plagiostoma læviusculum*, l'*Unio hybrida*, ainsi qu'une grande quantité d'huîtres, de peignes, de térébratules, dont les espèces sont indéterminables.

438. *Arkoses à plagiostomes.* — Le système inférieur est principalement composé d'arkose, de psammite et de macigno, roches qui alternent l'une avec l'autre, et qui passent de l'une à l'autre par la disparition du feldspath qui transforme l'arkose en psammite, et par l'accession du calcaire qui la transforme en macigno. Du reste, ces deux dernières roches forment ordinairement la partie supérieure, et établissent, comme nous l'avons déjà dit, le passage au système précédent. L'arkose forme, au contraire, la partie inférieure; elle a souvent la texture granitoïde; d'autres fois grésiforme et presque compacte; elle touche quelquefois immédiatement le granite, ainsi que le psammite et le macigno; mais le plus souvent elle en est séparée par un dépôt meuble arénacé, que l'on nomme *arène* dans le pays, et qui est un granite sans cohérence, lequel se trouve quelquefois en filons dans le granite cohérent, et d'autres fois forme des lits entre les couches d'arkose. Du reste, cette roche ne diffère souvent de l'arkose que par son état arénacé.

Ce système renferme aussi de la barytine, de la fluorine, de la galène et de l'oligiste. Ces substances forment quelquefois des veines et des noyaux, mais le plus souvent elles se trouvent disséminées en lames cristallines ou en grains dans l'intérieur de l'arkose, et y sont si abondantes qu'elles y forment quelquefois, surtout la barytine, un des éléments constitutifs de la roche. Mais ce qu'il y a de plus remarquable pour un terrain aussi cristallin, c'est la présence de beaucoup de coquilles, tant dans l'arkose que dans le psammite et le macigno. M. de Bonnard a reconnu parmi ces coquilles le *Plagiostoma pectinoides*, le *P. punctata*, la *Gryphæa arcuata*, l'*Unio hybrida*, des ammonites, des trigonies, des astéries, des polypiers cylindroïdes; et d'autres fossiles indéterminables.

439. Les relations géognostiques de ces deux systèmes sont loin d'être déterminées d'une manière positive. M. de Bonnard, qui nous les a fait connaître, en exprimant ses doutes à cet égard, paraît incliner pour l'opinion

qui les rapporterait à nos terrains triasique et pénéen; mais la nature des fossiles qu'ils recèlent, quelques autres rapports avec les marnes à bélemnites et le calcaire à gryphites qui les surmontent, ainsi que l'absence de plusieurs des caractères qui distinguent les terrains triasique et pénéen, nous portent à ne voir dans ces deux systèmes que l'intérieur du terrain liasique, c'est-à-dire, un système parallèle au grès de Luxembourg, modifié par la circonstance que les arkoses de l'Auxois reposent immédiatement sur du granite, tandis que le grès de Luxembourg succède aux marnes et aux grès triasique et pénéen.

440. *Terrain liasique du Jura.* — Dans la chaîne du Jura le terrain liasique se présente ordinairement dans la partie inférieure des montagnes dont le sommet est composé de calcaire jurassique; il est notamment très-bien caractérisé dans les environs de Lons-le-Saulnier et de Salins, contrée que la description de M. Charbaut * a, pour ainsi dire, rendue classique sous ce rapport: il y consiste en un calcaire argileux compacte, placé, dit M. Charbaut, en stratification discordante sous le calcaire jurassique, et en marnes qui passent par des nuances insensibles aux marnes triasiques.

Terrain liasique des Cévennes. — Le terrain liasique existe aussi dans les Cévennes, où l'on peut également distinguer les trois étages que nous avons déjà remarqués dans d'autres lieux.

442. *Calcaire à bélemnites.* — L'étage supérieur, qui est le plus puissant, a été désigné par M. Dufrénoy ** sous le nom de *calcaire à bélemnites.* Il est principalement composé d'un calcaire noirâtre ou gris de fumée foncé, ordinairement compacte, et traversé par des veines cristallines blanches. Ce calcaire est presque toujours argileux; il se trouve souvent en blocs aplatis dans des marnes. Celles-ci, qui forment aussi des couches alternatives avec le calcaire, deviennent fréquemment schistoïdes, passent quelquefois au calschiste, et se lient intimement avec le dépôt renfermant de la houille, dont nous avons parlé ci-dessus (424); peut-être même qu'il y a des couches de houille qui doivent être considérées comme appartenant au système qui nous occupe. Le calcaire de ce système passe également à la dolomie, et c'est notamment cette dernière roche que l'on trouve presque toujours, lorsque ce système est en contact immédiat avec le terrain triasique. On rencontre aussi dans la partie supérieure du système des amas, plus ou moins considérables, de gypse blanc, gris ou rouge, tantôt saccharoïde, tantôt fibreux, renfermant des cristaux de quartz. Ce système contient de même des veines, des rognons et des grains de barytine et de fluorine; mais une de ses propriétés les plus remarquables, c'est de renfermer fréquemment des substances métalliques,

* *Ann. des mines*, 1819, tome IV, page 579.

** Mémoires pour servir à une description géologique de la France, tome Ier.

telles que de la galène, de la blende, de la calamine, de l'oligiste et de la limonite, substances qui se trouvent en petits lits, en filons, en rognons, ou en grains, et qui sont quelquefois susceptibles d'exploitation.

Parmi les fossiles de ce système on considère les bélemnites (*B. apicicurvatus*) comme les plus caractéristiques. M. Dufrénoy y a également reconnu les *Ammonites Stokesii*, *Walcotii* et *Johnstonii*; les *Gryphæa gigantea*, *Macculochii* et *cymbium*; le *Pecten æquivalvis*, les *Plagiostoma punctata* et *sulcata*, les *Pinna lanceolata*, la *Trigonia striata*, les *Terebratula tetraedra* et *ornithocephala*, le *Spirifer Walcotii*, le *Pentacrinites caput Medusæ*, etc.

443. *Calcaire à gryphites.* — L'étage moyen ou *calcaire à gryphites* n'est pas commun dans les Cévennes; M. Dufrénoy l'a observé à Aubenas et à Alais. Il y présente un calcaire noir, quelquefois grisâtre, compacte, contenant des lamelles cristallines dues à des entroques. Ce calcaire est ordinairement très-argileux, et passe, comme le précèdent, à des marnes schistoïdes. Il est principalement caractérisé par la présence de gryphées arquées qui s'y trouvent quelquefois à l'état siliceux, et qui alors sont composées d'un assemblage de petites rouelles formées de fibres concentriques. M. Dufrénoy y a aussi reconnu les *Ammonites Stokesii*, *Walcotii*, *Thurneri* et *Humphresianus*; les *Belemnites sulcatus* et *apicicurvatus*, des ampullaires, des mélanies, des pleurotomaires, le *Pecten æquivalvis*, les *Plagiostoma punctata*, des modioles, la *Terebratula obsoleta*.

444. *Étage inférieur.* — L'étage inférieur y est, comme dans l'Auxois, composé principalement de roches quartzeuses conglomérées, c'est-à-dire, d'arkoses, de macignos, de psammites et de grès. Ces trois dernières roches se remarquent principalement lorsque ce système repose immédiatement sur les terrains triasique et houiller, tandis que l'arkose domine dans le voisinage des terrains talqueux et granitique.

Du reste, il paraît que, sauf la nature quartzeuse et la texture conglomérée, ce système présente à peu près les mêmes caractères que le calcaire à bélemnites, c'est-à-dire que l'on y trouve de même de la barytine, du gypse, de la fluorine et diverses substances métalliques. D'un autre côté, il est souvent difficile de distinguer les roches que l'on doit ranger dans ce système, de celles qui appartiennent aux terrains triasique, pénéen ou houiller, d'autant plus que les fossiles y sont assez rares; mais les observations faites dans le Poitou, dans l'Auxois et sur les flancs des montagnes du Forez, suffisent pour prouver qu'une partie des arkoses et des grès des Cévennes doivent aussi être rangés dans le terrain liasique.

445. *Terrain de la Tarentaise.* — Les motifs qui nous ont fait parler du *flysch* des Alpes (375) et du macigno de Toscane (377) nous font aussi un devoir de ne point passer sous le silence le *terrain de la Tarentaise*, qui

attire fortement l'attention des géologistes depuis que M. Elie de Beaumont a présenté, à son occasion, des vues si différentes de celles qui étaient admises il y a peu d'années, et si importantes pour les conclusions géogéniques qui en découlent.

446. La Tarentaise est une des contrées les plus élevées et les plus inégales des Alpes. Son sol est formé de roches de diverses natures, en couches fortement inclinées, et qui paraissent alterner indéfiniment entre elles. Les principales de ces roches sont le calcaire, le quartz, le schiste, le stéaschiste et l'anthracite; mais le mélange de leurs éléments et les variations de leur texture donnent naissance à un grand nombre d'espèces et de variétés différentes.

447. Le calcaire de la Tarentaise est ordinairement de couleur bleuâtre, avec beaucoup de raies et de taches blanches. Sa texture est souvent grenue, passant au saccharoïde, au compacte, au schistoïde, au bréchiforme et au poudingiforme. Il est communément susceptible d'être poli comme marbre, et on emploie surtout à cet usage une brèche connue sous le nom de *marbre de Villette*. Ce calcaire contient souvent des grains de quartz et quelquefois des cristaux de feldspath. Il renferme presque toujours des silicates de magnésie; d'autres fois cette base y est à l'état de carbonate, et la roche passe à la dolomie. D'autres fois aussi le calcaire devient argileux et passe au calschiste.

448. Le quartz a ordinairement une texture grenue passant au compacte, très-souvent au schistoïde, quelquefois au grésiforme et au poudingiforme; et comme il est presque toujours mélangé de silicates d'alumine et de silicates de magnésie, il passe au sthéaschiste, au schiste, au psammite et au poudingue. Mais il est à remarquer que la plupart des roches poudingiformes de la Tarentaise sont ordinairement très-mélangées, et qu'il y en a qui doivent se ranger avec les roches talciques et les roches schisteuses, aussi bien que dans l'espèce poudingue.

449. Le schiste appartient souvent à la variété du schiste argileux gris; d'autres fois il renferme des principes charbonneux, et passe au schiste bitumineux et à l'ampélite; très-souvent il renferme du calcaire, et devient du calschiste. Il y a des variétés de ce dernier qui se délitent en grands feuillets comme les ardoises, que l'on emploie également à couvrir les toits, et qui ne diffèrent des véritables ardoises que par la présence du calcaire. Une variété de cette roche a été appelée veinée ou rubanée, parce qu'elle est traversée de nombreuses veines de calcaire fibreux, remarquables par leur parallélisme, et dont la couleur blanche tranche sur le fond gris-bleuâtre de la masse.

450. Les stéaschistes de la Tarentaise ne sont, en quelque manière, que des schistes et des quartz fortement imprégnés de silicates de magnésie; aussi

passent-ils continuellement aux roches schisteuses et quartzeuses; d'autres fois aux roches calcareuses; ils admettent aussi le feldspath dans leur composition, et passent à la protogine : alors on leur a quelquefois donné le nom de gneisse, parce que l'on considérait une partie des silicates de magnésie de la Tarentaise comme du mica; substance dont ils se rapprochent beaucoup. Quelquefois ces stéaschistes feldspathiques sont plutôt veinés que schistoïdes; d'autres fois ils deviennent porphyroïdes, parce que le feldspath y forme de grands cristaux.

451. L'anthracite de cette contrée n'est, pour ainsi dire, qu'une houille sèche, très-peu bitumineuse, souvent mélangée de pyrites et de noyaux de quartz, et qui forme des couches très-irrégulières, placées entre des schistes pailletés terreux et des schistes noirs passant au psammite schistoïde.

452. On trouve encore dans la Tarentaise du gypse et de la karsténite, qui paraissent y former des amas et des filons plutôt que de véritables couches. On y rencontre également quelques roches feldspathiques et amphiboliques, qui semblent devoir être considérées comme des dykes de terrain porphyrique. Enfin, il y existe des filons proprement dits; mais le gîte métallifère le plus célèbre de la contrée est la mine de galène argentifère de Pesey, qui paraît devoir être considérée comme un amas couché en forme de boudin, plutôt que comme un filon proprement dit.

453. Les fossiles sont assez rares dans la Tarentaise, on a même cru pendant longtemps qu'il n'y en existait point; mais en 1808 M. Brochant a annoncé * l'existence, dans le voisinage des anthracites, d'empreintes végétales, parmi lesquelles M. Ad. Brongniart a déterminé les espèces suivantes : *Nevropteris tenuifolia*, *N. flexuosa*, *N. Soretii*, *N. rotundifolia*; *Odonpteris Brardii*, *O. obtusa*; *Pecopteris polymorpha*, *P. arborescens*, *P. Beaumontii*, *P. Plukenetii*, *P. obtusa*; *Volkmannia? erosa*, *Asterophyllites equisetiformis*, *Annularia brevifolia*. On a aussi trouvé des calamites, des sigillaires et des lépidodendrons dans le prolongement du même terrain hors des limites de la Tarentaise. D'un autre côté, M. Élie de Beaumont a découvert en 1827 **, à Petit-Cœur, un grand nombre de bélemnites et d'encrines dans des bancs de calschiste, intercalés entre les schistes noirs à empreintes végétales. M. de Beaumont a également trouvé *** une ammonite à cloisons persillées, des bélemnites et des pentacrinites entre la Gîte et le col de la Sauce, près du col du Bonhomme.

454. Ce que nous venons de dire du terrain de la Tarentaise prouve combien il diffère des autres systèmes que nous avons examinés jusqu'à présent.

* *Journal des mines*, tome XXIII, page 321.
** *Ann. des sc. nat.*, tome XIV, page 113.
*** *Idem*, tome XV, page 358.

et on verra, par ce que nous dirons ci-après, qu'il a au contraire les plus grandes ressemblances avec les terrains hémilysiens; aussi l'avait-on généralement rangé parmi ces derniers. On le considérait même comme appartenant à leur partie la plus inférieure, c'est-à-dire, à celle que l'on appelait *terrains primitifs;* mais, en 1808, M. Brochant a fait voir que l'on devait les placer à la partie supérieure, c'est-à-dire, à celle appelée *terrains intermédiaires;* et, en 1828, M. Élie de Beaumont a émis l'idée que le terrain de la Tarentaise devait être rapporté au lias des Anglais, se fondant à cet égard sur l'existence des bélemnites qu'il avait découvertes à Petit-Cœur, et sur ce que ce terrain n'est que le prolongement des couches du Jura et de celles qui, dans les environs de Digne, contiennent des gryphées arquées, des plagiostomes, des peignes, des ammonites, des pentacrinites, et un grand nombre de fossiles dont les espèces sont connues pour se rencontrer habituellement dans le terrain liasique. Nous n'émettrons aucune opinion sur un rapprochement qui, dans l'état actuel de nos connaissances, paraît encore fort extraordinaire; nous nous bornerons à dire que si, d'un côté, cette opinion reçoit un grand appui de la réputation et du talent d'observation de son savant auteur, ainsi que de la circonstance que l'on ne voit dans aucune partie des Alpes les fossiles animaux propres aux terrains hémilysiens; d'un autre côté, la nature des fossiles végétaux, analogues à ceux du terrain houiller, est au moins un motif pour que l'on ne se hâte pas trop de rejeter complétement l'ancienne manière de voir.

IVe GROUPE. — *Terrain triasique.*

455. *Synonymie.* — Nous réunissons, avec M. d'Alberti *, sous le nom de *terrain triasique,* plusieurs associations ou systèmes de roches qui ont été désignées par les noms de *keuper, marnes irisées, redmarl, muschelkalk, terrain salifère, bunte mergel, bunter sandstein, grès bigarré, grès de Nébra, grès des Vosges,* etc. **

* *Monographie des bunten Sandsteins, Muschelkalks und Keuper; von F. von Alberti. Stuttgart*, 1834.

** Lors de mes premiers mémoires, j'avais réuni le *grès bigarré* et le *grès des Vosges* avec le *Toltliegende* en un groupe que j'ai désigné par le nom de *formation du grès rouge* et ensuite par celui de *terrain pénéen*. Depuis lors M. Élie de Beaumont, dans son beau travail sur les Vosges (*Annales des mines* de 1827 et 1828), ayant annoncé que le grès bigarré était nettement séparé du grès des Vosges, tandis qu'il se liait intimement avec le *muschelkalk* et les marnes irisées ou *keuper* des Allemands, j'ai cru, dans la première édition du présent ouvrage, devoir réunir ces trois systèmes en un groupe, que j'ai désigné par le nom de *terrain keuprique*, en laissant le grès des Vosges dans le terrain pénéen; mais ce mode de division a présenté beaucoup d'inconvénient; car la séparation, entre le

456. *Caractères généraux.* — Ce groupe, ainsi qu'on peut déjà en juger par la synonymie qui précède, est principalement composé de grès, de marnes et de calcaire. On y trouve aussi du selmarin, du gypse, de la karsténite, de la dolomie, du lignite et d'autres roches moins remarquables. Les fossiles y sont nombreux, mais très-inégalement répartis; ils annoncent, en général, une nature très-différente de celle des groupes supérieurs. On y remarque notamment plusieurs espèces de plantes; telles que les *Voltzia*, qui n'ont plus été retrouvées dans ces groupes. On n'y a pas encore observé de bélemnites, et il en est à peu près de même de presque toutes les coquilles qui caractérisent la plupart des systèmes que nous avons examinés jusqu'à présent.

457. *Division en étages.* — Le terrain triasique présente trois étages qui, en Allemagne et dans le nord-ouest de la France, sont respectivement caractérisés par la prédominance des marnes, du calcaire et du grès. Le plus élevé de ces étages est ordinairement désigné par le nom de *keuper* ou de *marnes irisées*. Le moyen a été nommé par M. Brongniart *terrain conchylien*, et est plus connu sous le nom allemand de *muschelkalk*. Enfin l'étage inférieur, qui correspond au *terrain pœcilien* de M. Brongniart ou au *bunter sandstein* des géologistes allemands, comprend le *grès de Nébra* de M. de Humboldt et le *grès des Vosges* de M. Élie de Beaumont.

458. *Terrain triasique de la Souabe.* — Le massif triasique de la Souabe étant celui qui a été décrit de la manière la plus complète, nous allons le donner comme exemple.

Ce massif occupe une grande partie de la contrée en s'appuyant du côté de l'ouest sur les massifs primordiaux du Schwarzwald et de l'Odenwald, et en se perdant du côté de l'est sous le massif jurassique du Rauhe Alb. Quoiqu'il ne recouvre pas les cimes les plus hautes du Schwarzwald, il s'élève cependant, au Hornisgrind, à la hauteur de 1,170 mètres. Il présente les trois étages bien caractérisés.

459. *Étage keuprique. Marnes.* — L'étage keuprique, dont la puissance

grès bigarré et le grès des Vosges, que M. de Beaumont avait remarquée sur le versant occidental des Vosges, ne s'est pas retrouvée partout où existent ces dépôts. Il a été reconnu, au contraire, que dans plusieurs parties de l'Allemagne ces deux systèmes se lient si intimement que les géologistes de ces contrées ne peuvent pas les distinguer, et que la coloriation d'une carte géognostique devenait impossible dans ce système de division. D'un autre côté, le nom de *terrain keuprique* donne l'idée du *keuper* seul, plutôt que celle des trois grands systèmes que je voulais désigner. Sur ces entrefaites M. d'Alberti a publié l'excellent ouvrage indiqué ci-dessus, dans lequel, après avoir démontré l'intime liaison du *keuper*, du *muschelkalk*, du *grès bigarré* et du *grès des Vosges*, il propose de réunir ces systèmes en un seul groupe, sous le nom de *trias*, et comme ce mode de division faisait cesser les inconvénients que je viens de signaler, je me suis empressé de l'adopter.

est d'environ 300 mètres, est principalement formé par des marnes dont la couleur varie du rouge au brun, au violet, au bleuâtre, au gris, au verdâtre, au jaunâtre et au blanchâtre.

D'après les analyses de M. Gmelin, ces marnes contiennent du carbonate magnésique, qui est quelquefois plus abondant que le carbonate calcique : elles ne renferment presque pas de fossiles; mais les autres roches qui les accompagnent en contiennent beaucoup. Les principales de ces roches sont des grès dans la partie supérieure; du lignite argileux (*Lettenkohle*), de l'argile carbonifère et du calschiste dans la partie inférieure.

460. *Grès de Stuttgart.*—Les grès se trouvent immédiatement en contact avec le terrain liasique; mais sans qu'il y ait, dit M. d'Alberti, de liaison entre ces deux dépôts *. Ils sont ordinairement blanchâtres, prenant quelquefois une légère teinte de verdâtre, de grisâtre ou de jaunâtre. Le plus remarquable de ces grès est celui qui fournit la belle pierre de construction employée à Stuttgart; il a le grain fin, est un peu argileux, quelquefois micacé, et renferme souvent des nids d'argile, ainsi que des empreintes de plantes, notamment d'*Equisetum arenaceum*, de *Calamites arenaceus*, de *Filicites Stuttgartiensis* et *lanceolata*, et de *Pterophyllum Jægeri*, d'où M. Jæger l'a nommé *Schilfsandstein*. Au-dessus de ce grès on en trouve dont le grain est beaucoup plus gros, qui est souvent friable, et qui renferme des nids de lignites, ainsi que des fragments ou des cristaux de feldspath, de calcaire et d'autres minéraux. On y a trouvé des calamites et des restes de reptiles que M. Jæger a nommés *Phytosaurus cubicodon* et *cylindricodon*. Enfin il existe à Tæbingen un banc de grès tout à fait supérieur, dont le grain est fin et qui renferme des écailles de *Gyrolepis tenuistriatus*, des dents de *Psammodus heteromorphus*, d'*Hybodus plicatilis*, *obliquus* et *sublævis*, ainsi que des coquilles de *Mya mactroides*, de *Modiola minuta* et d'*Avicula socialis*.

Dans les marnes qui séparent le grès à gros grain du *Schilfsandstein*, on trouve un petit banc de calcaire argileux qui renferme le *Buccinum turbili-*

* La position du grès de Stuttgart conduirait à le considérer comme parallèle au grès de Luxembourg, et par conséquent à le ranger dans le terrain liasique; mais comme on n'y trouve pins les fossiles du lias, il paraît beaucoup plus convenable de le laisser, ainsi que le font les géologistes allemands, avec le keuper; toutefois ce n'est pas une raison pour considérer, ainsi que l'ont fait quelques-uns de ces géologistes, le grès de Luxembourg comme appartenant au keuper, puisque ce grès renferme les fossiles du lias. Il y a plutôt lieu de croire que l'étage inférieur du terrain liasique manque en Souabe; ce qui, dans ma manière de voir, explique la séparation tranchée que M. d'Alberti annonce exister dans ce pays entre les terrains liasique et triasique. Du reste, quand je dis que l'étage liasique inférieur manque en Souabe, c'est pour parler d'une manière générale; car je crois que le grès de Frickenhoffen, nommé *Buchstein*, est un rudiment de cet étage.

num, la *Mya mactroides*, la *Myophoria vulgaris* et d'autres coquilles non déterminées.

461. *Gypse.* — Le *gypse* se trouve au milieu des marnes en amas couchés, en noyaux, en veines qui ont toutes sortes de directions, et autour desquels on voit les marnes présenter une stratification contournée ou ondulée. Sa couleur dominante est le blanc plus ou moins bigarré de rouge; il est ordinairement grenu et passe aux textures fibreuse et laminaire. On y trouve quelquefois des cristaux de quartz, de galène, de selmarin, de glaubérite, etc. Il ne contient pas de fossiles, si ce n'est dans les parties inférieures qui touchent à la dolomie et où l'on trouve des débris de reptiles, de *Placodus gigas*, de *Psammodus angustissimus*, d'*Hybodus plicatilis*, de *Rostellaria? obsoleta*, de *Natica pulla*, de *Venericardia Goldfussii*, de *Nucula dubia*, de *Myophoria Goldfussii*, *vulgaris* et *curvirostris*; d'*Avicula socialis*.

Quelquefois le gypse est séparé de la dolomie par une marne d'un jaune-grisâtre, passant au rougeâtre, qui renferme tant de débris de poissons et de reptiles, que c'est en quelque manière une *brèche osseuse*. Parmi ces débris on distingue des dents d'*Ichtyosaurus Lunevillensis*, des écailles de *Gyrolepis maximus* et *Albertii*, des dents de *Psammodus angustissimus* et *reticulatus*, d'*Acrodus Gaillardoti* et d'*Hybodus plicatilis*, des coprolites, ainsi que des coquilles de *Mya musculoides*, de *Myophoria Goldfussii*, *vulgaris* et *curvirostris*; d'*Avicula socialis* et *subcostata*, de *Plagiostoma striatum* et *lineatum*.

462. *Dolomie.* — La dolomie forme sous le gypse une couche ordinairement assez puissante; elle est d'un jaune sale, passant au gris de fumée; elle est quelquefois bulleuse, et ses cavités présentent des cristaux de calcaire et de dolomie : elle renferme aussi du silex, des pyrites et des veines de gypse. Ses fossiles sont des restes de sauriens, le *Trochus Albertinus*, le *Buccinum turbilinum*, les *Rostellaria scalata* et *obsoleta*, la *Natica pulla*, le *Dentalium lœve*, la *Lingula tenuissima*, les *Avicula socialis*, *subcostata* et *lineata*; le *Pecten lœvigatus*, les *Myophoria Goldfussii*, *lœvigata*, *vulgaris* et *curvirostris*.

463. *Lignite de Gaildorf.* — La partie inférieure de cet étage constitue un système particulier qui ne présente plus les couleurs variées des parties moyennes et supérieures; elle est, comme on l'a vu ci-dessus, principalement caractérisée par la présence de matières charbonneuses, notamment par une ou deux couches minces de lignite argileux (*Lettenkohle*). Cette substance, que l'on exploite pour faire de la couperose, notamment à Gaildorf, est pénétrée de pyrites, brûle difficilement en laissant un résidu argileux, et se délite en petits fragments lorsqu'elle est exposée à l'air.

Le lignite est ordinairement recouvert de calschiste gris-jaunâtre, passant

à l'argile feuilletée, au grès, au macigno, et renfermant quelquefois du calcaire gris de fumée, de la dolomie et un peu de gypse. Enfin, le lignite est séparé de l'étage conchylien par de l'argile souvent feuilletée, quelquefois massive, passant à l'ampélite alumineux, au calschiste bitumineux et au grès schistoïde.

Les fossiles que l'on trouve dans ce système sont : le *Salamandroides Jægeri*, des coprolites, les *Gyrolepis tenuistriatus* et *Albertii*, le *Psammodus heteromorphus*, l'*Acrodus Gaillardoti*, les *Hybodus sublævis* et *obliquus*, la *Possidonia minuta*, la *Lingula tenuissima*, une bivalve voisine des sanguinolaires, les *Mya musculoides* et *elongata*, les *Myophoria Goldfussii* et *vulgaris*, des *Syringodendron*, les *Equisetum arenaceum* et *Meriani*, le *Calamites arenaceus*, le *Tæniopteris vittata*, le *Clathopteris meniscoides*, le *Pecopteris Meriani*, les *Pterophyllum longifolium* et *Meriani*, des *Fucus* et des corps qui paraissent semblables à des conferves.

464. *Étage conchylien.* — *L'étage conchylien* ou *Muschelkalk*, qui paraît au jour sur une assez grande étendue, peut être subdivisé en trois systèmes principaux; l'un au-dessus, que M. d'Alberti nomme calcaire de Friedrichshall; l'autre au milieu, qui est caractérisé par la présence du selmarin et de la karsténite, et le troisième en bas, que M. d'Alberti appelle *Wellenkalk*, à cause de sa stratification ondulée.

465. *Calcaire de Friedrichshall.* — Le *calcaire de Friedrichshall* est principalement composé d'un calcaire gris-bleuâtre, gris de fumée et gris-noirâtre, à texture compacte, à cassure faiblement conchoïde, passant à la cassure droite, doué d'une grande résistance aux actions météoriques; ce qui est cause qu'on le recherche pour les constructions, surtout pour empierrer les routes. Dans quelques localités il prend la texture oolitique; il est presque toujours mélangé de carbonate magnésique et souvent d'un peu d'argile, de sable et de matière charbonneuse; il passe dans sa partie supérieure à une dolomie, nommée dans le pays *nagelfelsen* ou *malbstein*, d'un gris-jaunâtre ou d'un jaune-grisâtre, quelquefois rougeâtre, fort celluleuse, même scoriacée, dont les cavités varient depuis des pores invisibles jusqu'à de grandes cavernes. Le calcaire et la dolomie sont régulièrement stratifiés. Les couches de la partie supérieure sont assez épaisses et traversées par de fréquentes fissures verticales. Celles de la partie inférieure sont généralement minces et séparées par des lits encore plus minces d'argile, passant quelquefois au calschiste. On y trouve des rognons, des noyaux ou des cristaux de silex, de calcédoine, de quartz, de barytine, de célestine, de marcassite, de sperkise, de blende, de galène, etc.; mais la plus remarquable, sous le rapport économique, des substances étrangères renfermées dans ce système, c'est le minerai de fer, qui se présente quelquefois, comme près de Nagold, à l'état de limonite en grain, formant de petits filons avec de l'argile ferrugineuse et des

fragments de dolomie ; d'autres fois le minerai forme des bancs ou des amas à texture massive.

On voit sortir plusieurs sources minérales de ce système ; telles sont celles d'Imnau, de Niedernau, de Cannstadt, de Berg, etc.

Il renferme beaucoup de fossiles. On voit même, dans la partie inférieure, un banc remarquable par l'abondance des fragments d'encrinites qui s'y trouvent. Les principaux de ces fossiles sont l'*Ichtyosaurus Lunevillensis*, le *Placodus gigas*, les *Gyrolepis maximus* et *Albertii*, les *Psammodus angustissimus* et *heteromorphus*, l'*Acrodus Gaillardoti*, les *Hybodus plicatilis* et *obliquus*, le *Palinurus Suerii*, le *Conchorhynchus ornatus*, le *Rhincholites ornatus*, les *Ammonites undatus* et *cinctus*, le *Nautilus bidorsatus*, les *Buccinum turbilinum* et *obsoletum*, les *Rostellaria scalata*, *obsoleta* et *Hehli* ; les *Turritella extincta* et *deperdita*, le *Trochus albertinus*, les *Natica Gaillardoti* et *pulla*, la *Calyptrea discoides*, le *Capulus mitratus*, les *Mya musculoides* et *mactroides*, la *Cucullæa Goldfussii*, la *Nucula dubia*, la *Venus nuda*, la *Mactra trigona*, les *Myophoria vulgaris*, *curvirostris*, *Goldfussii* et *lævigata* ; le *Mytilus vetustus*, la *Perna vetusta*, les *Avicula socialis*, *Bronni* et *crispata* ; les *Plagiostoma lineatum* et *striatum* ; les *Pecten discites*, *lævigatus* et *Albertii* ; les *Ostrea spondyloides*, *crista difformis*, *subanomia*, *compta*, *Schübleri*, *placunoides* et *complicata* ; la *Gryphæa ? prisca*, la *Terebratula vulgaris*, le *Delthyris fragilis*, la *Lingula tenuissima*, un fragment de balane, le *Dentalium læve*, les *Serpula socialis* et *valvata*, le *Cidarites grandævus*, l'*Encrinites liliiformis*, l'*Asterias obtusa*, l'*Ophiura loricata*, etc.

466. *Système salifère.* — Le *système salifère* est principalement composé de karsténite, d'où M. d'Alberti le nomme *groupe de l'anhydrite*. Il renferme, outre le gypse, de l'argile salifère, du selmarin, de la marne, de la dolomie, du calcaire, du silex, etc. Il ne présente pas de stratification régulière; mais les matières qui le composent, surtout la karsténite, le gypse, l'argile et le selmarin, forment des amas couchés ou des blocs, autour desquels se trouvent des espèces de couches interrompues et entourées en tous sens.

La karsténite est ordinairement d'un gris clair, passant au blanc, au bleu et au noir. Sa texture est souvent saccharoïde; elle est quelquefois tenace, mais devient friable et terreuse par son exposition à l'air ; elle renferme fréquemment des veines de selmarin ; elle est quelquefois imprégnée de bitume, et on y trouve, mais rarement, des cristaux de glaubérite, d'epsomite, de soufre et de marcassite ; elle est quelquefois employée comme marbre.

Le gypse forme souvent la partie supérieure des amas de karsténite. Ses couleurs ordinaires sont le gris clair et le blanc ; sa texture est saccharoïde ;

mais les variétés fibreuses et laminaires se trouvent fréquemment en veines dans l'argile et la karsténite.

L'argile salifère est ordinairement d'un gris foncé, tirant sur le bleuâtre, le verdâtre, présentant quelquefois des bandes rougeâtres; elle est presque toujours mélangée de selmarin et de gypse.

Le selmarin ne se manifeste souvent que par des sonrces salées qui paraissent prendre leur salure en traversant l'argile salifère; mais dans quelques endroits, notamment à Wilhelmsglück, au sud de Hall, on exploite un dépôt puissant de selmarin limpide, blanc et gris, avec des bandes ou des taches rouges, tantôt laminaire, tantôt grenu et renfermant souvent de l'argile et de la karsténite.

La dolomie et la marne sont ordinairement jaunâtres. Les parties qui sont dans le voisinage du gypse sont souvent celluleuses et renferment du silex, ainsi que des cristaux de quartz, de calcaire, d'epsomite et de galène.

Le calcaire est ordinairement gris de cendre, passant au gris-bleuâtre et au noirâtre, quelquefois fétide. Il est plus rare que la dolomie, et passe à la marne et an calschiste.

Le silex se trouve en rognons communément brun-noirâtre ou brun-rougeâtre, quelquefois tacheté ou rayé de gris, de bleuâtre, de noir; il passe à la calcédoine et au quartz.

On ne trouve pas de fossiles dans ce système.

467. *Wellenkalk.* — Le *Wellenkalk* est ordinairement composé de calcaire et de marnes, qui alternent l'une avec l'autre en couches plus ou moins ondulées.

Le calcaire ressemble à celui de Friedrichshall. Les marnes sont de couleur grise, généralement très-feuilletées, et se délayent par les actions météoriques. Dans le voisinage du Schwarzwald le calcaire est remplacé par de la dolomie, et les marnes contiennent aussi du carbonate magnésique. Ce système renferme peu de substances étrangères : les principales sont le gypse et le selmarin.

Les fossiles y sont peu abondants et se trouvent principalement dans la partie inférieure; ils se composent à peu près des mêmes espèces que celles du calcaire de Friedrichshall. Les plus communs sont : la *Mya mactroides*, la *Myophoria cardinoides*, le *Plagiostoma lineatum*, les *Avicula socialis* et *Bronni*.

Parmi les espèces que l'on n'a pas trouvées dans le calcaire de Friedrichshall, nous citerons la *Nummulites Althausii*, les *Ammonites Buchii* et *subnodosus*.

468. *Étage pœcilien.* — L'*étage pœcilien* de la Souabe est généralement de couleur rouge, et principalement composé de grès, ainsi qu'on l'a dit ci-dessus, du moins dans sa partie inférieure; car, dans la partie supérieure,

il y a beaucoup d'argile, et le grès y devient ordinairement du psammite; de sorte que l'on peut y reconnaître les deux systèmes que nous avons indiqués sous les noms de *grès de Nébra* et de *grès des Vosges*.

469. *Psammites bigarrés.* — La partie supérieure du premier de ces systèmes est une argile feuilletée rouge, qui d'un côté passe aux marnes grises du *Wellenkalk*, et qui de l'autre devient sableuse et passe à un psammite feuilleté, qui se divise en grandes dalles, dont on se sert non-seulement pour paver les habitations, mais qui sont quelquefois assez minces pour être employées à couvrir les toits. Ce psammite forme ensuite d'épaisses couches à texture massive, ordinairement brun-rougeâtre, rarement bigarré, et alors c'est le blanc, le jaune, le vert, le brun ou le noir, qui font des taches ou des raies sur un fond rouge ou blanchâtre. Il renferme beaucoup de paillettes de mica blanc d'argent, ainsi que des nids d'argile, et donne d'excellentes pierres de taille, dont la cohérence augmente par leur exposition à l'air.

470. *Grès rouge.* — Le système inférieur est celui qui s'élève à la plus grande hauteur de tout le terrain triasique de la Souabe. Il forme en général une large bordure sur le versant oriental du Schwarzwald et de l'Odenwald, et recouvre même une partie de ces montagnes. Il est généralement composé d'un grès assez pur, quoique coloré en rouge par de l'oxyde ferrique. Cependant il présente quelquefois des portions blanchâtres, brunâtres et noirâtres. Dans les parties supérieures qui se lient au système précédent, ce grès passe au psammite, et dans les parties inférieures, il passe au poudingue, et renferme des noyaux de diverses grosseurs, principalement composés de quartz, de couleurs claires, telles que le rougeâtre et le grisâtre; d'autres fois aussi le grès devient à grain si fin qu'il passe au quartz grenu. Ces roches renferment de temps en temps des veines, des noyaux ou des cristaux de différents minéraux; tels que de la barytine, du quartz, du feldspath, de la cornaline, du calcaire, etc. Leur stratification, quoique généralement horizontale, est cependant assez souvent irrégulière, et les couches sont traversées par de fréquentes fentes.

471. *Terrain triasique de la Lorraine.* — Les *terrains secondaires de la Lorraine*, c'est-à-dire, les plateaux qui forment le versant occidental des montagnes primordiales, coupées par la plaine d'Alsace, présentent beaucoup de ressemblance avec les terrains secondaires de la Souabe, qui forment le versant oriental des mêmes montagnes. Le terrain triasique y est de même très-bien prononcé; mais il y présente quelques différences, dont une est très-remarquable sous le rapport économique, c'est que le dépôt salifère ne s'y trouve plus dans l'étage conchylien, mais bien dans l'*étage keuprique*.

472. *Étage keuprique.* — Cet étage présente encore une autre différence, c'est que le grès supérieur y manque ou plutôt ne s'y trouve qu'en rudiment. A la vérité les marnes keupriques y sont, de même qu'en Souabe, recouvertes par un dépôt de grès, mais c'est le grès de Luxembourg (434), renfermant

les fossiles liasiques, et non le grès de Stuttgart (460), renfermant les fossiles triasiques. Il est à remarquer aussi que ce grès se lie plus intimement avec les marnes liasiques qui le recouvrent, qu'avec les marnes qui sont en dessous; ce qui est l'inverse de ce que l'on voit en Souabe.

Du reste, l'étage keuprique de la Lorraine est de même principalement composé de marnes, qui se désagrégent en petits fragments, et qui sont bigarrées de rouge, de violâtre, de gris-verdâtre et de gris-bleuâtre, d'où on les a nommées *marnes irisées*. Les premières assises, après le grès liasique, sont ordinairement des marnes vertes, qui renferment quelques lits minces d'argile schistoïde noire.

On trouve aussi dans la partie supérieure de ces marnes des masses plus ou moins puissantes de gypse blanc, gris ou rouge, et vers le milieu on voit constamment de la dolomie grisâtre ou jaunâtre, compacte, quelquefois celluleuse, des psammites à grains fins et à aspect terreux, de couleur gris-bleuâtre ou rouge-violâtre, et de l'argile schistoïde noirâtre. Ces couches de psammites et d'argile qui alternent avec les marnes, renferment très-souvent des empreintes de végétaux, et de temps en temps, notamment à Noroy, département des Vosges, des couches de lignite ou de mauvaise houille que l'on a quelquefois employée comme combustible.

La partie inférieure des marnes irisées renferme des masses de gypse et de karsténite qui sont plus constantes que celles de la partie supérieure; mais ce qui rend ce système bien important, c'est la présence du selmarin et de l'argile salifère, qui, de même que le gypse, forme des amas couchés plutôt que des couches réglées. On a notamment reconnu cette substance à Vic et à Dieuze, département de la Meurthe, et dans cette dernière localité les travaux d'exploitation ont traversé onze assises de selmarin, formant une puissance totale de cinquante-huit mètres.

Ce sel est ordinairement d'un gris plus ou moins foncé, avec des parties blanches, limpides ou rougeâtres. L'argile salifère renferme souvent des cristaux de selmarin.

On trouve aussi dans le système marneux qui nous occupe, beaucoup de sources salées, dont les eaux s'imprègnent sans doute, de selmarin, en filtrant à travers l'argile salifère.

475. *Étage conchylien.* — Les marnes irisées passent dans leur partie inférieure à une marne schistoïde grise, qui est le commencement de l'*étage conchylien;* lequel est, comme en Souabe, principalement composé de calcaire passant à la dolomie, gris de fumée, compacte, tantôt à cassure conchoïde, tantôt à cassure droite, mais raboteuse. Ce dépôt est assez riche en fossiles, qui ressemblent à ceux de la Souabe. Les plus communs sont : la *Terebratula vulgaris*, l'*Avicula socialis*, le *Mytilus eduliformis*, l'*Ammonites nodosus*, l'*Encrinites liliiformis*, etc.

474. *Étage pœcilien.* — L'*étage pœcilien* de la Lorraine présente d'une manière plus nette qu'en Souabe les deux systèmes qui ont été indiqués précédemment.

475. *Psammite bigarré.*—Celui où domine le *psammite bigarré,* forme ordinairement des collines arrondies, placées au pied des montagnes de grès des Vosges. Quelquefois cependant il recouvre des plateaux au-dessus de ce grès ; tels sont ceux des environs de Plombières et de Sarrebrück. Ce système se lie intimement dans sa partie supérieure avec l'étage précédent, et l'on voit des marnes grises conchyliennes passer à la couleur rouge, qui finit par devenir dominante, de sorte que la partie supérieure de ce système ressemble quelquefois aux marnes irisées. Du reste, ces marnes deviennent bientôt sableuses et passent à un psammite presque toujours micacé. La couleur dominante de ces roches et le rouge-violâtre et brunâtre ; mais il y en a aussi de blanchâtres, de jaunâtres, de bleuâtres et de verdâtres, et d'autres qui sont rayées ou tachetées par quelques-unes de ces nuances. Les assises supérieures de psammites sont souvent assez feuilletées pour qu'on les emploie, comme des ardoises, à couvrir les toits ; on en fait aussi de bonnes meules à aiguiser, et les assises inférieures, qui sont ordinairement assez épaisses, donnent de belles pierres de taille.

Indépendamment des marnes et des argiles qui accompagnent souvent ces psammites, on y trouve aussi des noyaux, des blocs, des amas ou des bancs minces de dolomie et de gypse, ainsi que des indices de lignite et de sel-marin.

On a observé dans ce système les fossiles suivants * : *Placodus impressus, Psammodus elytra, Acrodus Braunii, Rostellaria scalata, R. antiqua, R. detrita, R.? obsoleta ; Natica Gaillardoti, Mya Musculoides, Myophoria vulgaris, M. curvirostris, M. cardissoides ; Mytilus vetustus, Avicula socialis, A. Bronni, A. subcostata ; Plagiostoma lineatum, P. striatum, P. inæquicostatum ; Pecten discites, Ostrea crista difformis, Lingula tenuissima, Possidonia minuta, Encrinites liliiformis, Calamites arenaceus, C. Mougeotii, C. remotus ; Equisetum columnare, Anomopteris Mougeotii, Nevropteris Voltzii, N. elegans ; Sphenopteris palmetta, S. myriophyllum ; Filicites scolopendroides, Voltzia brevifolia, V. rigida, V. acutifolia, V. elegans, V. heterophylla ; Convallarites erecta, C. nutans ; Paleoxyris regularis, Echinostachys oblonga, Æthophyllum stipulare.*

* Tous les fossiles cités ci-dessus n'ont pas été également trouvés dans la Lorraine. Les poissons viennent des environs de Deux-Ponts, dans le Palatinat, et la plupart des plantes de Soulz-les-Bains en Alsace ; mais ces localités appartiennent au même massif triasique que la Lorraine.

476. *Grès des Vosges.* — Le *grès des Vosges,* quoique géognostiquement inférieur au système précédent, s'élève en général beaucoup plus haut et recouvre des sommités qui figurent parmi les cimes les plus élevées des Vosges; tel est le grand Donon, haut de 1,010 mètres; il forme autour de la partie primordiale de ces montagnes une ceinture très-large du côté de l'occident, très-resserrée, quelquefois interrompue du côté de l'est; il se prolonge ensuite vers le nord, en prenant assez de développement pour recouvrir presque à lui seul tous les plateaux de la Hardt, et va s'appuyer sur les terrains primordiaux du Hundsrück. Dans cette étendue, le grès des Vosges forme souvent des plateaux qui s'élèvent en pente assez douce au-dessus de ceux recouverts par les dépôts supérieurs de l'ouest, mais qui se terminent vers l'est par des escarpements verticaux. Cette circonstance se remarque non-seulement le long de la vallée du Rhin, mais aussi le long de celle de la Moselle, et en général le long de toutes les vallées dirigées du sud au nord.

Sa stratification est généralement horizontale, et comme il renferme des couches qui s'égrènent plus facilement les unes que les autres, il en résulte que les escarpements présentent des retraits et des saillies qui imitent des lignes d'architecture, et donnent souvent l'idée de ruines d'anciens édifices. Dans le voisinage des terrains primordiaux, la stratification horizontale est moins constante, et les couches inférieures présentent quelquefois la disposition que nous avons désignée par le nom de stratification affleurée (206). On y voit aussi, surtout sur le versant oriental des Vosges, des couches assez fortement inclinées. Mais cette inclinaison, au lieu d'affecter toute la masse de la montagne, ne consiste souvent que dans quelques portions de couches qui sont comme éboulées le long d'un escarpement.

La roche la plus commune dans ce système, et qui compose presque exclusivement les assises supérieures, est un grès ordinairement rouge de brique, passant quelquefois au rouge-violâtre et plus rarement au blanc, au blanc-jaunâtre et au jaune d'ocre. Ce grès, dont les grains sont ordinairement d'une grosseur médiocre, est souvent assez pur, et ne présente d'autre mélange que celui d'un peu d'oxyde ferrique qui colore extérieurement les grains de quartz; d'autres fois on y voit de petits grains de feldspath, soit intact, soit décomposé, de petites parties argileuses et des paillettes de mica. Souvent il est très-cohérent et donne d'excellentes pierres de taille; d'autres fois il s'égrène facilement, et passe à l'état arénacé dès qu'il est exposé à l'air, d'où on l'a appelé *pierre de sable.*

Ces grès, surtout dans la partie inférieure du dépôt, passent au poudingue, c'est-à-dire que la masse de grès rouge renferme plus ou moins de noyaux, ordinairement de nature quartzeuse. La plupart de ces noyaux sont formés de quartz compacte ou légèrement grenu, de couleur gris-blanchâtre, gris-

rougeâtre, blanc, rouge. Souvent ils sont traversés par des veines de quartz blanc, et l'on y voit aussi des paillettes de mica. Quelquefois ces noyaux ne forment, au milieu de la masse de grès, que des bandes rares et parallèles aux joints de stratification; d'autres fois ils constitnent une grande partie de la masse. Du reste, ces pondingues présentent les mêmes degrés de cohérence que les grès, c'est-à-dire qu'ils sont quelquefois très-cohérents, et que d'autres fois ils ne forment que des masses de cailloux sans adhérence.

Les grès et les poudingues dont nous venons de parler reposent quelquefois directement sur les terrains primordiaux, mais le plus souvent ils en sont séparés par d'autres roches conglomérées, qui se lient intimement avec ces grès et ces poudingues; mais que l'on considère comme appartenantes au terrain pénécn *.

477. *Gîtes métallifères.*—Le terrain pœcilien de la Lorraine renferme des gîtes métallifères, surtout du minerai de fer en filon ou en amas, et aux environs de Saint-Avold, notamment à Hagarten, il recèle de la galène et

* Je suis loin de vouloir soutenir une opinion contraire à celle admise par des observateurs aussi éclairés que MM. Voltz, d'Alberti et la piupart des géologistes allemands qui ont écrit sur les Vosges et le Schwarztwald; aussi ne contesteral-je pas que les arkoses, les pséphites et les autres roches conglomérées que ces naturalistes rangent dans la formation du *todtliegende*, ne lui appartiennent réellement : je me permettrai cependant de faire remarquer ici que je suis porté à voir dans ces roches les débris ou, si l'on me permet l'expression, les *emballages* qui ont accompagné les granites et les porphyres au moment de leur soulèvement; débris qui ont été plus ou moins remaniés par les eaux. Or, pour pouvoir ranger tous ces débris dans la formation du *todtliegende*, il faut admettre que ces granites et ces porphyres ont été tous également soulevés pendant l'époque pénéenne, et qu'aucun n'appartient à l'époque triasique; opinion que je crois probable, mais qui ne me paraît pas encore bien démontrée. Lorsque je pensais, il y a quelques années, que le granite était la formation la plus ancienne, et que tout ce que l'on pouvait faire en faveur de la jeunesse des porphyres, était d'admettre que quelques-unes de ces roches fussent contemporaines des premières assises du *todtliegende*, je considérais tous les dépôts d'arkoses, de pséphite et de poudingues, autres que l'*old red sandstone*, comme appartenants uniformément à la formation du *todtliegende*; mais actuellement, que M. Dufrénoy et piusieurs autres géologistes français considèrent les arkoses du centre de la France (438) comme appartenantes à l'époque liasique, et les arkoses de la Limagne (299) comme appartenantes à l'époque tériaire, je demanderai si l'on est bien fondé à donner comme certain que toutes les arkoses des Vosges, du Schwartzwald et de l'Odenwald, appartiennent au terrain pénéen plutôt qu'au terrain triasique, leur époque de formation n'étant attestée par aucun fossile? J'ajouterai encore à cette observation que les poudingues et les pséphites d'Oberstein sur les bords de la Nahe, sont, d'un côté, comme les arkoses des Vosges, inférieurs au grès vosgien, et que tout annonce que, de l'autre côté, ils sont dans la même relation avec le terrain porphyrique d'Oberstein, que les arkoses et les pséphites des Vosges avec les porphyres et les granites de ces montagnes. Or, il est à remarquer que plusieurs géologistes rapportent les roches porphyriques d'Oberstein au porphyre noir, c'est-à-dire, à une formation plus récente que les granites et les porphyres rouges des Vosges, opinion que du reste je suis loin de considérer comme incontestable.

de la céruse. On y rencontre aussi quelquefois des indices de minerai de cuivre.

v

v° groupe. — *Terrain pénéen.*

478. *Synonymie.* — Nous désignons par le nom de *terrain pénéen* *, des associations de roches qui sont quelquefois réunies avec le terrain triasique sous la dénomination de groupe du *grès rouge* ou *new red sandstone*, et qui ont aussi été nommées *kupferschiefer*, du nom d'un système particulier qui, dans la Thuringe, forme la partie moyenne de ce terrain.

479. *Caractères généraux.* — Ce groupe se compose, dans la Thuringe, de trois étages, où dominent respectivement les roches calcareuses, schisteuses et quartzeuses, et que l'on désigne ordinairement par les dénominations allemandes de *zechstein*, de *kupferschiefer* et de *todtliegende*. Les fossiles y sont très-différents de ceux que nous avons vus dans les groupes précédents, et présentent, en quelque manière, les restes de la nature que nous allons voir dans les terrains hémilysiens; ce sont des productes, des spirifères, des paléonisques, des paléothrisses, des calamopores, des cyathocrines, etc.; mais le système quartzeux de ce groupe étant généralement privé de fossiles, et les autres systèmes en étant quelquefois dépourvus, il règne beaucoup d'incertitude sur les dépôts d'autres contrées que l'on rapporte au terrain pénéen; dépôts que les uns ont considérés comme extrêmement abondants, et que d'autres envisagent comme fort restreints.

480. *Terrain pénéen de la Thuringe.* — La Thuringe étant, comme on vient de le voir, la terre classique du terrain pénéen, nous allons la citer comme exemple.

481. *Étage du zechstein.* — L'étage calcareux y présente six systèmes principaux, que M. Freiesleben désigne par les noms de *letten*, *stinkstein*, *asche*, *rauhstein*, *rauchwacke* et *zechstein*.

482. *Letten.* — Le *letten* est une marne, ordinairement gris-bleuâtre ou gris-verdâtre, qui passe à l'argile et se lie intimement avec les psammites et les marnes triasiques qui la recouvrent, ainsi qu'avec le calcaire fétide sur lequel elle repose. Elle renferme des bancs ou des rognons de dolomie sableuse et des cristaux de calcaire et de gypse, et au Riesengrunde, près de Helsta, elle passe à une roche poudingiforme qui se rapproche des pséphites, quelque

* J'ai proposé en 1822 l'épithète de *pénéen* (*pauvre*) comme une espèce de traduction du nom de *todtliegende* (*mur mort*), que les mineurs et les géologistes allemands donnent à un des systèmes de ce groupe; mais M. Brongniart, qui a adopté la dénomination de *terrain pénéen* dans son travail de 1829, en a, en quelque manière, détourné le sens, en l'appliquant uniquement au *zechstein* et en plaçant le *todtliegende* dans son *terrain rudimentaire*.

fois des gompholites, et qui contient beaucoup de fragments de micaschiste, de gneisse, de granite et de porphyre.

483. *Stinkstein.* — Le *stinkstein* est un calcaire fétide, ordinairement brun-noirâtre, imprégné de bitume, et plus ou moins mélangé ou accompagné d'argile, de limonite et de gypse. Il se présente soit en couches minces, compactes, passant aux textures grenue ou schistoïde; soit en fragments anguleux qui sont quelquefois simplement enfouis dans l'argile, et qui, d'autres fois, forment une brèche dont les fragments sont unis directement ou liés par un ciment argileux. La limonite (*brauneisenstein*) est souvent subordonnée dans le calcaire fétide et le remplace quelquefois. Le *gypse* s'y trouve ordinairement en amas couchés, traversés par des veines de calcaire fétide. Cette liaison, entre le calcaire fétide et le gypse, est un moyen de distinguer ce dernier du gypse triasique qui se trouve au-dessus et qui se lie avec de l'argile rouge : ce gypse est aussi plus cohérent et plus pur que celui du terrain triasique; il est quelquefois compacte, d'autres fois grenu à grain fin, et propre aux travaux de sculpture; mais son caractère le plus remarquable, c'est de renfermer des cavernes très-considérables.

Il est probable que le selmarin peut aussi être compté dans le nombre des roches subordonnées à l'étage qui nous occupe, et surtout au *stinkstein*, car, indépendamment de la saveur salée de quelques assises, on en voit sortir des sources salées.

484. *Asche.* — L'*asche* (cendre) est une couche peu puissante de dolomie argileuse, ordinairement grise, qui renferme communément du bitume, quelquefois du sable, et qui tombe en poussière lorsqu'elle est desséchée.

485. *Rauhstein.* — Le *rauhstein* est aussi une dolomie argileuse, rude au toucher, qui diffère de l'*asche* par sa cohérence.

486. *Rauchwacke.* — La *rauchwacke* est une dolomie caractérisée par sa texture celluleuse. Sa couleur est ordinairement le gris de fumée, et elle est moins imprégnée de bitume que les systèmes précédents. Elle présente un grand nombre de variétés, parmi lesquelles une des plus remarquables est celle que M. Freiesleben appelle *articulée* (*gegliederte*) et qui constitue une couche de quelques centimètres d'épaisseur, formée de petits cylindres composés de six parties articulées l'une dans l'autre. On distingue aussi une variété amygdaloïde, où les cavités sont remplies de calcaire blanc terreux.

487. *Zechstein.* — Le *zechstein* est un calcaire gris de cendre ou noirâtre, compacte, à cassure conchoïde, tenace, quelquefois argileux, renfermant des veines et des grains de calcaire cristallin et de gypse. On y trouve aussi des sulfures et des carbonates de cuivre, ainsi que quelques grains de galène, et parfois des cristaux de quartz et des paillettes de mica.

Ce système, qui prend souvent plus de développement que ceux qui le précèdent, s'en distingue par la présence de fossiles, notamment du *Productus*

aculeatus de Sowerby ou *Gryphites aculeatus* de Schlottheim, d'où on l'a appelé *Gryphitenkalk* dans d'autres parties de l'Allemagne. On y a aussi observé les espèces suivantes : *Productus scabriusculus, P. rugosus, P. speluncarius; Spirifer trigonalis, Terebratula intermedia, T. inflata, T. cristata, T. lacunosa, T. paradoxa, T. elongata, T. pelargonata, T. pigmæa; Mytilus striatus, M. ceratophagus; Encrinites ramosus, Calamopora spongites, Gorgonia anceps, G. dubia, G. antiqua, G. infundibuliformis.*

488. *Étage du kupferschiefer.* — L'étage moyen se compose ordinairement de trois couches principales, que les mineurs désignent par les noms de *dach* (toit), *kupferschiefer* (schiste cuivreux), et *weissliegende* (mur blanc).

Le *dach* est un calschiste gris assez pur, qui doit son nom à la circonstance qu'il recouvre immédiatement le *kupferschiefer*. Celui-ci est aussi un calschiste qui forme une couche peu épaisse, présentant de nombreux ressauts et de fréquents étranglements ; il est en feuillets très-minces et quelquefois comme gaufrés : il est toujours imprégné de bitume et de carbone qui lui donne une couleur noire; d'où vient le nom de schiste marno-bitumineux qu'on lui donne souvent, lorsqu'il n'est pas métallifère ; mais il contient ordinairement des sulfures de cuivre et de fer tantôt en grains visibles, tantôt en molécules si petites qu'on ne les aperçoit pas, mais en quantité assez notable pour que cent parties de calschiste donnent quelquefois trois parties de cuivre, duquel on retire ensuite environ un demi pour cent d'argent. Ce calschiste renferme aussi de très-petites quantités de plomb, de cobalt, de zinc, de bismuth et d'arsenic. Le *weissliegende* est un calschiste grisâtre, ordinairement mélangé de sable, qui sépare le calschiste cuivreux du *todtliegende.*

Ce dépôt est très-remarquable par les fossiles qu'il recèle, parmi lesquels on voit figurer, entre autres, un saurien et plusieurs espèces de poissons. Voici les noms des principaux de ces fossiles : *Monitor Thuringiensis, Stromateus gibbosus, Clupæa Lametherii, Palæoniscum Freieslebense, Palæothrissum macrocephalum, P. magnum, P. macropterum, P. blennioides; Terebratula lacunosa, Productus longispinus, Fucoides Brardii, F. selaginoides, F. lycopodioides, F. frumentarius, F. pectinatus, F. digitatus.*

489. *Étage du todtliegende.* — L'étage inférieur, que les mineurs nomment *roth todtliegende,* par la double raison qu'il est de couleur rouge et qu'il ne renferme plus de minerai de cuivre, est composé de roches conglomérées qui présentent tous les degrés intermédiaires entre la texture grésiforme à grain fin et les textures poudingiforme et bréchiforme à fragments les plus gros. Souvent, notamment dans les environs de Mansfeld, les roches dominantes sont des grès et des poudingues passant au psammite, au

pséphite, ou au schiste argileux, et dont les fragments sont principalement composés d'une substance intermédiaire entre le quartz et le silex, laquelle ne ressemble à aucune des roches connues dans ces contrées. Dans le voisinage du Thüringerwald on reconnaît, au contraire, dans ces dépôts fragmentaires, des débris des roches qui constituent ce massif de montagnes, tels que du porphyre, du granite, du gneisse, du micaschiste, etc.

Le *todtliegende* renferme aussi des masses subordonnées de calcaire compacte, de houille et d'oligiste rouge. On y voit quelquefois du porphyre et du spilite; mais il paraît que l'on peut considérer ces roches comme une dépendance du terrain porphyrique, avec lequel le dépôt qui nous occupe a beaucoup de liaison.

Les fossiles sont excessivement rares dans ce système; il n'est pas même certain que l'on en ait observé ailleurs que dans des couches qui devraient être rapportées au *kupferschiefer* ou au terrain houiller; de sorte que les corps organisés que l'on a cités, ressemblent à ceux de l'un ou de l'autre de ces dépôts.

490. *Liaison entre le todtliegende et les dépôts inférieurs.*— Nous avons déjà indiqué que l'on était loin d'être d'accord sur les dépôts d'autres contrées qui correspondent au terrain pénéen de la Thuringe, surtout en ce qui concerne les systèmes calcareux et schisteux. On rapporte cependant à ces systèmes des dépôts de dolomie, de calcaire, de marnes, de calschiste et de gypse, qui sont connus en Angleterre sous le nom de *magnesian limestone;* mais pour ce qui concerne le *todtliegende,* on le considère comme extrêmement répandu, quoique généralement peu puissant, et on y rapporte ordinairement une grande partie des dépôts conglomérés ou meubles de couleur rouge, qui recouvrent souvent les terrains primordiaux; mais il se pourrait qu'une portion de ces dépôts appartînt à d'autres groupes, et notamment au terrain triasique *. Il est à remarquer en effet que, tandis que des dépôts différents ne se lient en général qu'autant qu'ils se suivent ou se précèdent dans l'ordre normal de la série, ceux dont il s'agit se lient à peu près avec tous les terrains sur lesquels ils reposent.

Cette liaison est notamment très-marquée avec le terrain porphyrique, et outre les bancs de porphyre et de spilite qui, comme en Thuringe, se trouvent intercalés dans le *todtliegende,* les parties de ce dernier qui touchent au terrain porphyrique, sont des matières meubles ou conglomérées, dont la nature diffère très-peu de celle des roches porphyriques, et qui passent au pséphite et au psammite.

La même chose a lieu avec le granite, c'est-à-dire que les premières assises pénéennes sur cette roche sont aussi des dépôts meubles ou conglomérés qui

* Voir la note du n° 476.

ont la même composition que le granite, et qui passent à l'arkose en s'éloignant du granite.

Les dépôts de *todtliegende* qui reposent sur les terrains ardoisier et talcique, contiennent également dans leurs parties inférieures des fragments des roches qui constituent ces terrains, et établissent de cette manière un intermédiaire entre eux et les grès pœciliens; car il est à remarquer qu'il est rare de voir des dépôts de *todtliegende* sans qu'ils ne soient suivis par les poudingues et les grès pœciliens.

Le *todtliegende* se lie surtout avec le terrain houiller, et cette liaison rentre dans les cas ordinaires, puisque ces deux terrains se touchent dans la série des dépôts; aussi cette liaison est-elle très-intime, et il est souvent impossible de tracer la ligne de séparation entre les psammites et les poudingues du *todtliegende*, et ceux du terrain houiller; sans compter que l'on trouve quelquefois dans le *todtliegende*, ainsi qu'il a déjà été dit ci-dessus, de la houille et des schistes analogues à ceux du terrain houiller.

IVe ORDRE.

TERRAINS HÉMILYSIENS.

491. *Caractères généraux*. — Les terrains hémilysiens paraissent ne plus renfermer d'autres corps organisés que des animaux aquatiques et des végétaux, dont les formes annoncent une nature excessivement différente de celle que nous voyons aujourd'hui. Une partie de ces terrains est même tout à fait privée de fossiles; ils sont plus généralement en couches inclinées, que ceux des trois ordres précédents, renfermant beaucoup plus de filons proprement dits, et sont extrêmement importants pour l'industrie humaine, à cause de la quantité de métaux utiles et de combustibles qui s'y trouvent.

492. *Division en groupes*.—Nous divisons ces terrains en quatre groupes, qui sont principalement caractérisés par la présence de certaines substances minérales, d'où nous les appelons *terrains houiller, anthraxifère, ardoisier* et *talqueux*. On considère ordinairement ces quatre divisions comme correspondant à un ordre déterminé de position; mais cet ordre est loin d'être toujours certain, et nous n'oserions affirmer qu'il n'existe pas de localités où cet ordre serait en partie renversé *.

* C'est ainsi que M. Veaver a observé dans ces derniers temps qu'un système de l'Irlande, que l'on considérait comme un véritable terrain houiller, était au-dessous du *mountain limestone*, c'est-à-dire, de notre terrain anthraxifère. C'est également ainsi que l'on a reconnu en Angleterre que des calcaires, tels que ceux de Dudley et de Testworth, qui présentent presque tous les caractères du calcaire anthraxifère, sont aussi inférieurs au groupe auquel

PREMIER GROUPE. — *Terrain houiller.*

493. *Caractères principaux.* Le terrain houiller est principalement caractérisé par la richesse des couches de houille qu'il renferme, par la nature des végétaux fossiles qu'il recèle, par sa disposition en bassins, et par sa tendance à être composé de couches alternatives de psammites, de schistes argileux et de houille. Du reste, on ne doit pas perdre de vue que la houille n'est pas exclusivement concentrée dans ce terrain; on a vu, au contraire, dans les articles précédents, qu'il en existait déjà dans les groupes supérieurs; et ce combustible ne paraît pas être tout à fait étranger aux groupes inférieurs.

494. *Caractères géographiques.* — Le terrain houiller donne rarement le caractère à une contrée étendue, parce qu'il est souvent resserré dans des espèces de vallées, ou recouvert par d'autres terrains; mais dans les lieux où l'on peut le considérer comme étant à découvert, il constitue ordinairement de petites collines allongées, présentant rarement des escarpements et recouvertes par un terrain détritique argileux, naturellement peu favorable à la culture, finissant cependant par devenir très-productif, parce que l'exploitation de la houille y fixe ordinairement une population nombreuse, obligée de se créer des ressources alimentaires.

495. *Stratification.* — Ce terrain présente une stratification plus généralement inclinée que celle des groupes que nous avons examinés jusqu'à présent: on y voit aussi plus souvent des couches pliées en zigzag, qui forment quelquefois des angles très-aigus, de manière qu'un puits vertical peut alors traverser plusieurs fois la même couche. Le terrain houiller, ainsi que nous venons de l'indiquer, a une grande tendance à former des bassins qui ont la forme de bateaux, dont les couches se relèvent sur les bords, et l'on sent que c'est dans ces parties relevées que l'on voit le plus d'exemples de couches pliées et contournées, tandis que vers le milieu du bassin leur position s'éloigne moins de la stratification horizontale. On remarque aussi que les dépôts houillers qui se lient avec les terrains ammonéens, ont souvent une stratification moins inclinée que ceux qui se lient avec le terrain anthraxifère; mais on doit éviter de mettre trop d'importance à cette observation, qui ne tient peut-être qu'à des circonstances particulières à certains pays *.

nous donnons ce nom. Du reste, ce que nous avons dit des vues de M. Élie de Beaumont sur la Tarentaise, semble annoncer que, si l'on parvient un jour à connaître assez bien les terrains hémilysiens pour y établir des divisions chronologiques non contestées, on sera probablement dans le cas de s'écarter beaucoup des rapports de nature et de texture qui, jusqu'à présent, ont joué un si grand rôle dans la classification géognostique des terrains hémilysiens.

* Cette différence de stratification m'avait porté à considérer les dépôts houillers des pays situés entre l'Escaut et la Roer comme n'appartenant pas à la même formation que ceux du

496. *Composition.* — La composition du terrain houiller est en général assez simple; cependant, indépendamment des intercalations mécaniques de dépôts porphyriques et basaltiques, les psammites, les schistes argileux et la houille, qui forment sa composition principale, passent, par des liaisons insensibles, à d'autres roches qui font partie intime, mais non essentielle, de sa composition. Les principales de ces roches sont le grès, le poudingue, l'arkose, le schiste bitumineux, l'ampélite alunifère, le phtanite, l'argile schistoïde, le calschiste, le sidérose, le calcaire, la dolomie, l'anthracite. Les minéraux disséminés sont très-rares dans le terrain houiller; on y trouve quelquefois cependant de la sperkise, de la marcassite, de la galène, de la blende, du sidérose, du calcaire, de la dolomie, de la barytine, de l'alun de plume, de la couperose, de la pholérite en grains, en noyaux, en veines ou en petits amas disséminés; mais il paraît que les filons proprement dits y sont fort rares.

497. *Liaison avec les terrains voisins.* — Les limites du terrain houiller sont très-difficiles à établir. On a déjà, vu à l'article précédent, qu'il se lie avec le terrain pénéen de manière que la ligne de démarcation est presque impossible à tracer, et cependant la liaison est encore plus intime avec le terrain anthraxifère; car du côté du terrain pénéen elle n'a lieu que dans les derniers termes de ce groupe, tandis qu'il n'est pas démontré qu'il n'y a pas du terrain houiller bien prononcé qui doive être considéré comme inférieur à de puissants dépôts anthraxifères. Le terrain houiller se lie aussi avec les terrains porphyrique et basaltique; mais ici la liaison est purement de position et non de composition, c'est-à-dire que les roches porphyriques ou basaltiques se trouvent intercalées dans les roches houillères, sans que l'on remarque qu'elles participent de leurs natures respectives, sauf que les roches houillères qui approchent des roches porphyroïdes présentent quelquefois des altérations qui ne se retrouvent pas dans celles qui en sont plus éloignées. Du reste, les roches porphyriques et basaltiques qui sont mêlées avec les roches houillères, sont plus souvent en dykes et en culots qu'en couches, et probablement même que la plupart de celles que l'on a considérées comme des couches, ne sont que des dykes qui se trouvent accidentellement placés entre deux couches houillères, qu'elles croisent un peu plus loin.

centre de la France, et je regardais les premiers comme formant un même groupe avec ce que j'appelle maintenant terrain anthraxifère, tandis que je voyais dans les autres une dépendance du terrain pénéen; mais cette différence n'étant pas fondée sur des caractères géognostiques bien importants, il me paraît préférable de réunir ces deux systèmes en un même groupe, qui est d'autant mieux établi que la grande règle de l'identité des fossiles s'y trouve d'accord avec l'importance économique et l'usage, pour ainsi dire, général, qui fait du terrain houiller une des divisions les plus naturelles, et en même temps les plus vulgaires, que l'on puisse employer dans les sciences.

498. *Fossiles.* — Un des caractères les plus remarquables du terrain houiller, c'est l'abondance des végétaux qu'il recèle ; aussi la flore du terrain houiller contient maintenant, à elle seule, beaucoup plus d'espèces que celles réunies de tous les autres terrains.

Voici le résumé de cette flore, tel qu'il a été publié en 1828, par M. Ad. de Brongniart *.

Cryptogames vasculaires.	Équisétacées	*Equisetum.*	2	espèces.	14
		Calamites.	12		
	Fougères.	*Sphenopteris*	21	espèces.	130
		Cyclopteris.	2		
		Nevropteris.	11		
		Glossopteris	1		
		Pecopteris.	46		
		Lonchopteris	2		
		Odonpteris.	5		
		Schizopteris.	1		
		Sigillaria.	41		
	Marsiliacées.	*Sphenophyllum.*	7	espèces.	7
	Lycopodiacées	*Lycopodites.*	10	espèces.	68
		Selaginites.	2		
		Lepidodendron.	34		
		Lepidophyllum.	5		
		Lepidostrobus.	4		
		Cardiocarpon.	5		
		Stigmaria.	8		
Phanérogames monocotylédones.	Palmiers	*Flabellaria.*	1	espèce.	3
		Nœggerathia	1		
		Zeugophyllites	1		
	Cannées	*Cannophyllites.*	1	espèce.	1
	Familles incertaines. . . .	*Sternbergia.*	3	espèces.	14
		Poacites.	3		
		Trigonocarpum	5		
		Musocarpum.	3		
Plantes dont la classe est incertaine, mais qui paraissent se rapprocher davantage des deux classes ci-dessus que des autres.		*Phylotheca.*	1	espèce.	21
		Annularia	7		
		Asterophyllites	10		
		Volkmannia	3		
				Total.....	258

Cette simple énumération suffit pour faire sentir combien cette flore diffère de toutes celles qui l'ont suivie ; mais elle présente encore un autre caractère bien remarquable, ce sont les dimensions gigantesques qu'atteignaient plusieurs de ces végétaux qui appartiennent à des classes où, du moins dans nos zones tempérées, on ne voit que des plantes herbacées, ordinairement basses et rampantes. Il est à remarquer que les végétaux indiqués ci-dessus appar-

* Prodrome de l'Histoire des végétaux fossiles, Paris, 1828, *Levrault.*

tiennent presque tous aux terrains houillers de l'Europe et des parties tempérées de l'Amérique septentrionale; quatre espèces seulement proviennent de l'Inde et de la Nouvelle-Hollande; ce sont le *Glossopteris Browniana,* le *Pecopteris alata,* le *Zeugophyllites calamoides* et le *Phyllotheca australis.* Cependant, s'il était permis de tirer une conclusion sur un aussi petit nombre d'échantillons, dont quelques-uns sont même douteux sous le rapport de leur gisement géognostique, on pourrait supposer que la flore houillère de la zone torride présentera les mêmes caractères que celle de nos contrées de la zone tempérée boréale.

Il paraît également, d'après quelques échantillons rapportés dans ces derniers temps du Groenland, que les végétaux du terrain houiller de la zone glaciale sont aussi les mêmes que ceux de notre zone tempérée.

Les débris d'animaux sont beaucoup plus rares dans le terrain houiller; on y a cependant observé des restes de poissons, ainsi que des coquilles des genres ammonite, orthocère, bellerophe, évomphale, turritelle, lingule, térébratule, producte, pentamère, peigne, vulselle, moule, nucule, mulette, mye et saxicave.

499. *Terrain houiller d'entre l'Escaut et la Roer.* — A ces indications générales sur le terrain houiller, nous allons joindre quelques notions sur un dépôt puissant qui forme, entre l'Escaut et la Roer, une grande bande ou série de bassins et qui s'enfonce à ses deux extrémités sous des dépôts secondaires.

500. *Division en bassins.* — Les bassins houillers que renferme cette étendue sont très-inégaux, les uns étant fort considérables et les autres ne formant que des espèces de taches ou de rudiments. Parmi les premiers on doit surtout citer les bassins de Liége et de Charleroy, qui, n'étant séparés que par une petite arête de calcaire à l'est de Namur, ont souvent été considérés comme une seule bande. Du reste, on ne connaît pas encore bien l'étendue de ces bassins, surtout celui de Charleroy, parce qu'il est recouvert, dans plusieurs portions de sa partie occidentale, par des terrains secondaires; de sorte que l'on ne pourrait pas encore dire si les riches mines de Mons et de Valenciennes appartiennent à des bassins particuliers, ou si elles font partie du bassin de Charleroy, qui, dans ce cas, serait extrêmement grand. Les très-petits bassins se trouvent principalement disposés latéralement au midi des grands; la plupart ne donnent lieu à aucune exploitation de combustible.

501. *Composition.* — Les principales roches qui composent ce terrain sont, comme ailleurs, la houille, le schiste argileux et le psammite, lesquels passent au schiste bitumineux, à l'ampélite alunifère, au phtanite, au grès, au sidérose, etc.

502. *Houille.* — La houille forme des couches dont l'épaisseur est très-

variable ; on en cite de plus de deux mètres, et d'autres fois elles ne consistent qu'en de simples indices. Cette houille est généralement feuilletée, mais sa texture présente beaucoup de variations ; il y en a qui est compacte, d'autre dont les feuillets sont si minces qu'elle ressemble à de l'oligiste laminaire, quelquefois elle est terreuse et pulvérulente. Elle est toujours d'un noir assez foncé, souvent éclatante, ayant même le brillant métallique. Ses qualités, comme combustible, sont aussi très-variables, et on trouve des nuances depuis les houilles les plus grasses jusqu'aux houilles les plus sèches. Les premières s'enflamment avec facilité, brûlent avec rapidité et ne laissent presque aucun résidu ; les secondes s'allument avec difficulté, brûlent avec lenteur et laissent un résidu d'argile ferrugineuse assez considérable. Ces dernières variétés, que l'on appelle *houille maigre, terre houille* ou *téroule,* sont avantageuses pour le chauffage des classes peu aisées, par suite de la lenteur de leur combustion.

On trouve quelquefois au milieu des houilles grasses des feuillets d'anthracite qui se distinguent de la masse principale, parce qu'ils ne brûlent pas lorsqu'ils sont exposés au feu. D'autres fois la houille passe à la substance que l'on a nommée houille daloïde, c'est-à-dire, à une matière qui a tous les caractères du charbon de bois, qui se présente quelquefois en parties solides liées intimement avec la houille ordinaire, au milieu de laquelle elle se trouve, et qui fait entendre absolument le même cri que le charbon de bois, lorsqu'on veut le rayer dans un sens contraire à la direction des fibres ; d'autres fois cette matière forme des espèces d'enduits friables qui recouvrent l'extérieur des couches de houille.

La sperkise et la marcassite se trouvent aussi quelquefois dans la houille, soit en rognons, soit en dendrites. On sent que leur présence nuit à la qualité du combustible, qui, alors, devient impropre à plusieurs usages économiques.

On trouve encore, mais rarement, du calcaire dans la houille, soit sous la forme de simple infiltration, entre les feuillets de houille, soit sous celle de noyaux cristallins.

On a remarqué qu'en général les couches de houille sont plus puissantes, et le combustible de meilleure qualité vers le milieu des bassins que vers leurs extrémités : aussi est-ce ordinairement vers les extrémités des bassins que l'on trouve le plus communément la houille maigre ou *terre houille.*

Les exploitations de houilles les plus importantes, sous le rapport de la richesse de leurs produits, sont celles des environs de Mons et de Charleroy ; mais celles de Liége sont plus remarquables par les difficultés que l'art doit y vaincre, et par la puissance qu'y présente le terrain houiller. La détermination du nombre de couches de houille que renferme ce terrain, a donné lieu à beaucoup d'incertitudes, à cause des irrégularités que présente l'allure de

ces couches ; mais M. Dumont * fixe à 85 le nombre de celles qui existent dans le bassin de Liége.

503. *Roches schisteuses.* — Les schistes du terrain houiller sont ordinairement grisâtres ou brunâtres, et deviennent quelquefois tout à fait noirs : c'est le cas principalement de ceux qui avoisinent les couches de houille. Aussi cette couleur se perd par l'action du feu, ce qui annonce qu'elle est due à une matière charbonneuse. Leur dureté est très-variable, car d'un côté ils passent à l'argile, et de l'autre au phtanite ; ils ont tous une grande tendance à se décomposer par les influences météoriques; il y en a qui forment des couches compactes, où l'on ne distingue pas la structure schistoïde.

L'ampélite alunifère ne paraît différer des schistes noirs de ce terrain que par sa propriété de donner de l'alun, après avoir été grillé. Cette roche est principalement exploitée sur les bords de la Meuse, entre Liége et Huy.

504. *Roches quartzeuses.* — Les psammites sont ordinairement grisâtres, et passent au brunâtre, au noirâtre, au rougeâtre et au bleuâtre. Ils renferment communément de petites paillettes de mica. Ils ont souvent la texture schistoïde, et passent au schiste argileux ; d'autres fois ils passent au grès. On en voit qui contiennent des fragments de houille, et on peut citer à cette occasion un psammite gris, passant au grès blanc, que l'on a exploité au château de Namur, et où l'on voit beaucoup de ces fragments de houille qui semblent provenir de débris de végétaux.

Ces roches sont employées à faire des pavés, des meules à aiguiser, des moellons, etc.

Les psammites passent aussi aux phtanites; ces derniers sont presque toujours schistoïdes, et passent aux schistes argileux; souvent ils sont noirs, quelquefois gris, d'autres fois blanchâtres, jaunâtres, rougeâtres; ils deviennent quelquefois translucides, et passent au silex.

505. *Sidérose.* — Le sidérose se présente souvent sous la forme de rognons ou de blocs ovoïdes engagés dans le schiste argileux ou dans la houille; lorsque ces rognons ont été exposés quelque temps aux influences météoriques, ils se divisent par lames concentriques. D'autres fois le sidérose forme des couches au milieu du schiste argileux, et alors il est très-difficile de le distinguer de celui-ci par la simple vue. On a employé ce minerai, depuis quelques années, dans les environs de Liége, pour la préparation du fer.

506. *Subdivision en étages ou systèmes.*— Les subdivisions géognostiques que l'on pourrait établir dans le dépôt houiller qui nous occupe, n'ont pas encore été étudiées avec tout le développement nécessaire. Le premier travail de ce genre qui ait été fait est celui de M. Dumont, sur le bassin de Liége, où il distingue trois étages particuliers. Le supérieur occupe le centre du bassin,

* Dans l'ouvrage cité à la note de l'article 363.

et forme les plateaux des environs de Liége; il a une stratification beaucoup plus compliquée que l'étage moyen, lequel forme une espèce de ceinture autour de Liége. Enfin, l'étage inférieur, qui se montre à découvert dans la plus grande partie du bassin, est remarquable par la quantité de plis que font ses couches.

507. *Liaison avec le terrain anthraxifère.* — Tous les bassins de ce dépôt houiller sont placés dans le terrain anthraxifère, et quoique leur superposition à ce terrain puisse être maintenant considérée comme constatée, elle est ordinairement très-difficile à reconnattre, attendu que les points de jonction sont souvent masqués, et que les superpositions se montrent fréquemment en sens inverse de leur position originaire, c'est-à-dire que l'un des bords d'un bassin se trouve, ainsi que nous l'avons déjà indiqué, replié sur l'autre bord de manière que la couche qui, d'un côté est inférieure, semble devenir supérieure de l'autre côté.

Du reste, il y a une liaison si intime entre le terrain houiller et le terrain anthraxifère, qu'il est presque impossible d'établir la ligne de séparation; car, outre que ces deux terrains ont le même mode de stratification, et qu'il n'y a souvent aucune différence entre les schistes houillers et les schistes anthraxifères, il est à remarquer que la houille et le calcaire bleu, qui sont respectivement leurs roches les plus caractéristiques, pénètrent réciproquement dans l'un et dans l'autre, de manière que l'on voit quelquefois du calcaire dans la partie inférieure du terrain houiller, et de la houille dans la partie supérieure du terrain anthraxifère.

On remarque que la partie inférieure du terrain houiller est souvent caractérisée par la présence de l'ampélite alunifère, et plus souvent par des phtanites.

508. *Fossiles.* — Ce terrain houiller renferme beaucoup de débris de végétaux, qui se trouvent principalement dans les couches de schistes qui avoisinent la houille. Ils s'y présentent ordinairement sous la forme d'empreintes qui sont, pour ainsi dire, imprimées sur le schiste; mais quelquefois le végétal a plus ou moins conservé son épaisseur originaire, et sa substance se trouve remplacée par de la houille ou par la matière même du schiste. Voici la liste des végétaux fossiles que M. D. Sauveur, fils, y a observés :

Fucoides. Plusieurs espèces.
Calamites approximatus, SCHL. *
— *Suckowii*, AD. BR.
— *undulatus*, AD. BR.
Calamites dubius, ARTIS.
— *distans*, STER.
— *cisti*, AD. BR.
— *cannæformis*, SCHL.

* Les noms des auteurs auxquels sont dues les déterminations des espèces sont indiqués par les abréviations suivantes : Adolphe Brongniart, AD. BR.; D. Sauveur, SAUV.; de Schlottheim, SCHL.; de Sternberg; STER.

Calamites ramosus, Artis.
— *nodosus*, Schl.
Sphænopteris furcata, Ad. Br.
— *alata*, Ad. Br.
— *multifida*, Sauv.
— *dissecta*, Ad. Br.
— *delicatula*, Ster.
— *trifoliata*, Ad. Br.
— *Hœninghausii*, Ad. Br.
— *rigida*, Ad. Br.
— *distans*, Ster.
— *stricta*, Ster.
— *obtusiloba*, Ad. Br.
— *latifolia*, Ad. Br.
— *elegans*, Ster.
— *Artemisiæfol.*, Ster.
— *acutifolia*, Ad. Br.
Otopteris gibbosa, Sauv. *
— *semicardata*, Sauv.
— *cycloidea*, Sauv.
— *reniformia*, Sauv.
— *tendulata*, Sauv.
Nevropteris heterophylla, Ad. Br.
— *gigantea*, Ster.
— *acuminatus*, Ad. Br.
— *flexuosa*, Ster.
— *angustifolia*, Ad. Br.
— *acutifolia*, Ad. Br.
— *macrophylla*, Ad. Br.
— *Grangeri*, Ad. Br.
— *rotundifolia*, Ad. Br.
— *cistii*, Ad. Br.
— *Loshii*, Ad. Br.
Pecopteris blechnoides, Ad. Br.
— *hannonica*, Sauv.
— *cyathea*, Ad. Br.
— *Schlottheimii*, Ad. Br.
— *aquilina*, Ster.
— *Davreuxii*, Ad. Br.
— *rigida*, Sauv.
— *Mantelli*, Ad. Br.
Pecopteris lonchitica, Ad. Br.
— *arborescens*, Ad. Br.
— *gigantea*, Ad. Br.
— *heterophylla*, Sauv.
— *nervosa*, Ad. Br.
— *amœna*, Sauv.
— *chnoophoroides*, Sauv.
— *distans*, Sauv.
— *pennæformis*, Ad. Br.
Lonchopteris elegans, Sauv.
— *elongata*, Sauv.
— *pectinata*, Sauv.
— *subacuta*, Sauv.
Odontopteris appendiculata, Sauv.
Sigillaria lævis, Ad. Br.
— *elongata*, Ad. Br.
— *alternans*, Sauv.
— *reniformis*, Ad. Br.
— *hippocrepis*, Ad. Br.
— *Davreuxii*, Ad. Br.
— *notata*, Ad. Br.
— *mamillaris*, Ad. Br.
— *scutellata*, Ad. Br.
— *trigona*, Ad. Br.
— *contigua*, Sauv.
— *antiqua*, Sauv.
— *minuta*, Sauv.
— *Dournaisii*, Sauv.
Sphænophyllum pusillum, Sauv.
— *Schlottheimii*, Ad. Br.
— *quadriphyllum*, Sauv.
— *multifidum*, Sauv.
Lepidodendron ophiurus, Ad. Br.
— *pulchellum*, Ad. Br.
— *obovatum*, Ster.
— *aculeatum*, Ster.
— *selaginoides*, Ad. Br.
— *elegans*, Ad. Br.
— *rugosum*, Ad. Br.
— *Sternbergii*, Ad. Br.
— *rimosum*, Ster.

* M. Sauveur donne le nom d'*otopteris* au genre que M. Ad. Brongniart nomme *cyclopteris*.

Lepidodendron undulatum, Ster.
— *imbricatum*, Ster.
— *confluens*, Ster.
— *laricinum*, Ad. Br.
Stigmaria ficoides, Ad. Br.
— *minima?* Ad. Br.
— *mosana*, Sauv.
— *gigantea*, Sauv.
Sterbengia Volkmanni, Sauv.
Annularia minuta, Ad. Br.
— *radiata*, Ad. Br.
Asterophyllites rigida, Ad. Br.
— *delicatula*, Ad. Br.
— *elegans*, Sauv.
— *equisetiformis*, Ad. Br.
— *longifolia*, Ad. Br.
Volkmannia grandis, Sauv.

En fait de fossiles animaux, M. Dumont a observé dans la province de Liége: les *Ammonites Listeri, sacer, diadema* et *sphæricus;* l'*Orthocera Steinhaueri,* un spirifère, un producte, une évomphale, le *Pecten papyraceus,* les *Unio acutus* et *subconstrictus*, la *Mya ventricosa*, le *Cyathophyllum quadrigeminum,* des encrines et d'autres polypiers. M. Davreux possède une empreinte de poisson non déterminable, mais voisin des clupées, qui paraît provenir de l'ampélite alunifère des environs de Visé près de Liége; enfin, M. Godelet a trouvé dans le terrain houiller des environs de Namur, notamment dans le sidérose schistoïde de Sainte-Barbe, un grand nombre de coquilles qui ne sont pas encore bien déterminées; mais où l'on a déjà reconnu les genres producte, térébratule, strophomène et ammonite, ainsi que des coquilles terrieulées, qui paraissent être des sabots et des mélanies.

IIe groupe. — *Terrain anthraxifère* *.

509. *Synonymie.* — Nous distinguons par l'épithète d'*anthraxifère* un terrain dont nous croyons pouvoir donner comme types principaux les systèmes que les géologistes anglais ont désignés par les noms de *carboniferous limestone, mountain limestone* et *old red sandstone.* Il correspond aussi

* Le nom de terrain anthraxifère n'est pas très-bon; car, outre que tous les systèmes qui composent ce groupe ne contiennent pas de l'anthracite et que cette substance se trouve aussi dans d'autres terrains, il peut, ainsi que le remarque M. Brongniart, donner lieu à quelque confusion, par son rapport avec le nom de terrain houiller; mais ayant désigné, dans mes premiers mémoires, par le nom de *formation bituminifère* des associations de roches que maintenant je divise en deux groupes, dont l'un est caractérisé par la présence de la houille et l'autre par celle d'un calcaire que j'appelais, d'après Haüy, *chaux carbonatée bituminifère,* j'ai cru devoir désigner ce dernier groupe par l'épithète d'*anthraxifère,* depuis que M. Bouésnel a fait connaître (*Journ. des mines*, tome XXIX, page 209) que le calcaire dont il s'agit est coloré par de l'anthracite et non par du bitume. Du reste, je ne trouve pas qu'il y ait beaucoup d'inconvénient à ce que le nom de ce groupe fasse sentir ses liaisons avec le terrain houiller; et cet inconvénient, s'il existe, se retrouve aussi bien dans la dénomination de *terrain carbonifère* que dans celle de *terrain anthraxifère.*

en grande partie aux *terrains abyssiques carbonifères* et *hémilysiens calcareux* de M. Brongniart * ainsi qu'à la partie supérieure des terrains de transition des géologistes allemands.

510. *Caractères principaux.* — Le caractère principal de ce terrain consiste dans ses fossiles, dont la plupart ne se trouvent pas dans les groupes supérieurs, ou ne s'y trouvent que dans une proportion relative beaucoup moindre : tels sont les orthocères, les bellérophes, les évomphales, les spirifères, les strophomènes, les pentamères, les productes, les trilobites, les encrines et une grande quantité d'autres polypes. Ce terrain est principalement composé de calcaire, de psammite et de schiste. La première de ces roches est ordinairement colorée en bleu ou en noirâtre, par une matière charbonneuse, et traversée par de nombreuses veines de calcaire blanc cristallin ; sa texture est compacte ou grenue, quelquefois bréchiforme, rarement saccharoïde ; elle est très-cohérente, et souvent susceptible d'être polie comme marbre ; elle passe fréquemment à la dolomie, au calschiste, au schiste et au psammite. Celui-ci est ordinairement gris, jaunâtre, verdâtre, et de diverses nuances de rougeâtre, d'où sont venus les noms d'*old red sandstone* (*vieux grès rouge*) et de *grès pourpré ;* il passe souvent au poudingue, au grès, au quartz grenu et plus souvent encore au schiste. Ce dernier appartient assez ordinairement à la sous-espèce du schiste argileux et est coloré des mêmes nuances que les psammites.

Le terrain anthraxifère présente souvent, même dans des pays peu élevés, une stratification fortement inclinée, quelquefois verticale, d'où résultent des escarpements et des rochers à pic. Il est très-répandu à la surface de la terre, mais souvent il ne se montre qu'en lambeaux peu étendus.

511. *Division en étages ou systèmes.* — Ce que nous avons dit ci-dessus sur les relations des divers groupes hémilysiens, suffit pour faire pressentir que nous sommes loin de pouvoir encore y établir des divisions en étages ou en systèmes, qui soient également applicables aux diverses parties du globe, et nous nous bornerons à dire, en ce moment, que les roches calcareuses d'une part, et les roches schisteuses et quartzeuses d'autre part, donnent ordinairement naissance à des systèmes calcareux, et à des systèmes quartzo-schisteux. On a reconnu quatre de ces systèmes superposés l'un à l'autre dans les environs de Liége, et il est possible que l'on doive considérer des systèmes d'autres contrées, comme étant inférieurs au système le plus bas des environs de Liége.

* C'est à tort que M. Brongniart me cite parmi les personnes qui l'ont porté à séparer le groupe qu'il appelle abyssique carbonifère de celui qu'il appelle hémilysien calcareux, car j'ai toujours réuni les systèmes que ce savant range dans ces deux groupes. La seule modification que j'aie jamais faite à cette partie de sa méthode, c'est d'avoir distrait le terrain houiller de ce groupe, ainsi que je l'ai dit dans la note précédente.

512. *Terrain anthraxifère d'entre l'Escaut et la Roer. Étendue et position.* — Parmi les contrées où le terrain anthraxifère occupe un espace considérable, nous citerons le pays situé entre l'Escaut et la Roer, où il forme un grand massif, qui se prolonge de Tournay à Aix-la-Chapelle. Ce massif qui, vers Namur, a plus de cinq myriamètres de large, est bordé au nord et au midi par le terrain ardoisier; il renferme, dans le sens de sa longueur, la série de bassins houillers dont nous avons parlé à l'article précédent, et se perd, à l'est et à l'ouest, sous les terrains secondaires. Cette disposition semble annoncer que le terrain anthraxifère est encaissé en forme de bassin dans le terrain ardoisier, comme le terrain houiller est encaissé dans le terrain anthraxifère; mais la position plus ou moins bouleversée et souvent verticale des couches est cause que l'on élève encore des doutes sur la position respective de ces terrains; car des observations faites, dans ces derniers temps, avec beaucoup de soin, ont porté M. Van Panhuys à penser que le terrain antraxifère serait supérieur au terrain ardoisier du nord, et inférieur au terrain ardoisier du midi; ce qui n'est point probable. Nous croyons donc que l'on approche plus de la vérité, en supposant, avec la plupart des géologistes, que la masse du terrain anthraxifère est supérieure à la masse du terrain ardoisier, et que l'apparence contraire, qui se manifeste dans certains lieux, est le résultat de circonstances accidentelles analogues à celles qui font que, dans le terrain houiller, les couches paraissent quelquefois sur les bords des bassins dans une situation renversée, c'est-à-dire, contraire à ce qui a lieu dans le fond du bassin, comme si l'un des bords du bassin avait été si fortement relevé, qu'il se serait replié sur lui-même.

513. *Composition.* — Les principales roches qui composent le bassin anthraxifère qui nous occupe, sont : le calcaire, le schiste argileux, le psammite, le poudingue, la dolomie et le phtanite. On y trouve aussi de l'oligiste et quelques autres matières moins abondantes, et il renferme des filons et des amas de limonite et d'autres substances métalliques.

514. *Roches calcareuses.* — Le calcaire est en couches quelquefois assez puissantes, d'autres fois très-minces. Il présente un très-grand nombre de cavités et de cavernes. Il est, en général, d'une couleur bleuâtre qui passe au gris-clair ou au noir, selon que le principe colorant est plus ou moins abondant; quelquefois, mais rarement, la couleur bleuâtre est remplacée par la blanche ou par la rougeâtre. Cette dernière paraît pouvoir être attribuée à la présence de l'oxyde de fer. Ce calcaire dégage souvent, lorsqu'on le brise, une odeur fétide, que M. Bouësnel * croit pouvoir attribuer à la présence de l'acide hydrosulfurique. Il est ordinairement très-cohérent; sa texture est souvent compacte, quelquefois grenue ou lamellaire; dans le premier cas, la

* *Journ. des mines*, tome XXIX, page 209.

cassure est conchoïde ; dans les deux autres, elle est droite. Il renferme beaucoup de parties cristallines ; les unes forment des veines plus ou moins prolongées, les autres des espèces de noyaux ou de rognons, dans l'intérieur desquels il y a souvent des géodes tapissées de cristaux. On remarque que c'est dans les couches impures et les moins cohérentes que les cristaux et les noyaux cristallins sont les plus abondants.

Cette roche est propre à un grand nombre d'usages économiques. On en fait d'abord d'excellentes pierres de taille. Elle fournit également une grande quantité de marbres, qui sont estimés à cause de leur solidité ; les uns sont formés du mélange de pâtes de diverses nuances grises, ou de pâtes grises et de parties cristallines blanches ; d'autres présentent un fond noirâtre pointillé de taches blanches provenant de débris d'animaux ; c'est celui connu, dans le commerce, sous le nom de *petit granite ;* d'autres sont composés du mélange de pâtes rougeâtres et grisâtres, et de parties cristallines blanches ; d'autres enfin sont tout à fait gris ou noirs. On fait aussi, avec ce calcaire, d'excellentes chaux ; les unes, provenant des couches les plus pures, et particulièrement de celles dont la texture est un peu grenue, sont principalement recherchées pour les constructions ordinaires ; les autres, faites avec des couches plus mélangées d'argile, sont très-propres pour les travaux hydrauliques.

Quoique les couches calcaires se conservent en général plus pures que celles de schistes argileux et de psammites, elles se lient cependant à ces dernières par des séries de passages qui présentent, notamment, du calschiste et du macigno, qu'il est quelquefois difficile de distinguer à l'œil des schistes argileux et des psammites. D'autres fois l'abondance du charbon et la texture feuilletée du calcaire font que ce dernier ressemble à du lignite ou à des schistes argileux noirs du terrain houiller, ce qui a souvent induit en erreur dans des recherches de houille, d'autant plus que ces couches noires sont souvent recouvertes d'un enduit mince d'anthracite, et que d'autres fois elles sont susceptibles de brûler lorsqu'on les met sur le feu.

Le carbonate magnésique se mêle aussi avec le carbonate calcique, et alors le calcaire ordinaire passe à une dolomie remarquable par les différences de sa cohérence, qui varie depuis l'état arénacé jusqu'à celui d'une pierre très-tenace. Cette dolomie est ordinairement de couleur gris de cendre passant quelquefois au blanchâtre ; elle renferme très-souvent des parties cristallines, et paraît se lier fréquemment avec les marbres dits *petits granites,* qui peut-être sont quelquefois de la dolomie. D'autres fois elle présente une structure celluleuse, formée par de petites cavités irrégulières. Les parties tenaces donnent de bons pavés, et les parties meubles et friables sont employées pour l'amendement des terres, d'où lui vient le nom de *môle,* qu'on lui donne aux environs de Namur et qui paraît être une corruption de celui de marne.

515. *Roches schisteuses.* — Les schistes argileux de cette contrée sont

principalement caractérisés par leur tendance à se diviser en petits feuillets, qui, au lieu de présenter, comme ceux du schiste ardoise, une texture schistoïde jusque dans leurs derniers éléments, forment souvent de petits solides qui, abstraction faite de leur peu d'épaisseur, peuvent être considérés comme terminés par des lignes droites, et qui ont quelquefois la forme rhomboïdale; de sorte que l'on pourrait dire que ces roches n'ont la texture schistoïde que dans leur masse, mais que, considérées en petit, elles ont la texture compacte et la cassure droite.

Leur couleur ordinaire est le grisâtre et le jaunâtre. Il y en a aussi de rougeâtres et plus rarement de verdâtres, de noirâtres et de bleuâtres. Ils sont quelquefois mélangés de petites parties de mica qui leur donnent un aspect luisant ou pailleté; ils sont, en général, si altérables par les influences météoriques, qu'ils ne sont propres à aucun usage économique. Il y a même de ces roches qui, sans avoir été exposées à l'air, se trouvent molles et friables, et doivent être considérées comme étant de l'argile.

Ces schistes ont d'ailleurs une telle tendance à passer au psammite, que souvent la masse principale du terrain participe autant de la nature de l'une que de l'autre de ces roches, et qu'il est difficile de dire si elle doit être désignée par l'un ou par l'autre de ces noms *. Ces schistes passent aussi, mais beaucoup plus rarement, au phtanite et à l'oligiste.

Ce dernier est ordinairement d'une couleur brun-rougeâtre, qui devient d'un rouge-brunâtre par son exposition à l'air, circonstance qui paraît faciliter sa réduction dans les fourneaux. Sa texture est communément schisto-oolitique. Il a une grande tendance à se lier, par une série de nuances insensibles, avec les schistes et les psammites, dans lesquels il se trouve subordonné. Ce minerai donne un fer tendre et cassant, de sorte qu'il est peu exploité maintenant.

516. *Roches quartzeuses.* — Les psammites forment des couches souvent minces, quelquefois épaisses. Ils ont souvent de la tendance à se diviser en fragments rhomboïdaux; ils sont quelquefois assez tenaces, d'autres fois très-friables; leurs couleurs les plus communes sont le grisâtre et le jaunâtre, mais il y en a aussi de rougeâtres, de bleuâtres, de verdâtres, de blanchâtres: ils sont presque tous parsemés de paillettes de mica. On en fait des pavés qui sont, en général, plus solides que ceux de grès, et qui n'ont d'autre défaut que de devenir un peu glissants par le poli que l'usage leur fait prendre; on les emploie aussi comme pierres de taille, moellons, carreaux, meules à aiguiser, etc.

* Cette liaison est telle que dans plusieurs cantons les ouvriers n'ont point de termes pour distinguer ces deux roches, et ils appellent également *agaize*, *agazhe*, *agôche*, les schistes et les psammites; il n'y a que les mineurs de houille qui établissent la différence, et réservent ces noms aux schistes argileux.

Indépendamment de leur liaison intime avec les schistes, ces psammites passent aussi au grès, au sable, au poudingue, au phtanite et au quartz grenu : ou plutôt ils ne sont qu'une nuance de la série de passages qui s'établit depuis le schiste jusqu'au quartz pur. Les grès, les sables, les phtanites et les quartz grenus sont assez rares dans le terrain anthraxifère, et doivent y être considérés comme subordonnés aux autres roches.

Les poudingues sont ordinairement formés d'une pâte de psammite rougeâtre, qui renferme des fragments plus souvent anguleux qu'arrondis de diverses roches ordinairement quartzeuses, notamment du quartz compacte blanc, du quartz grenu rougeâtre ou grisâtre et du phtanite noirâtre. D'autres fois les fragments sont agglutinés l'un à l'autre sans que l'on aperçoive le ciment qui les unit. Ces poudingues forment souvent des pierres très-solides, que l'on emploie à faire des ouvrages de hauts fourneaux, des meules de moulin, des pavés, etc. Quelquefois ils passent à des amas de cailloux roulés, enfouis dans un sable argileux ou dans une argile sableuse. En général, ces poudingues ont beaucoup de tendance à passer au psammite et quelquefois à l'argile rouge.

Le phtanite est assez abondant dans la contrée qui nous occupe. Il s'y trouve soit en rognons ou en petits bancs dans le calcaire, soit en fragments anguleux dans les poudingues. Il forme aussi des systèmes de couches et des fragments enfouis dans des dépôts meubles, mais les premières paraissent appartenir plutôt au terrain houiller, et les seconds aux dépôts métallifères dont nous allons parler. Le phtanite intercalé dans le calcaire est ordinairement noir et assez pur ; il passe, mais très-rarement, au silex corné. Les autres sont plus variables et passent souvent au schiste argileux, à l'ampélite, à la limonite, au silex corné, au jaspe, au sable, au psammite, à l'halloysite, à l'allophane, à l'argile, etc. ; leur couleur devient quelquefois grise, blanche, brune et même rouge.

Toutes ces roches quartzeuses sont souvent et les roches schisteuses sont quelquefois traversées par des veines de quartz blanc, qui éprouvent parfois des renflements, et laissent des vides ou des géodes dont les parois sont tapissées de cristaux de quartz, soit blancs, soit limpides.

517. *Stratification.* — Toutes les roches dont nous venons de faire connaître les principaux caractères, forment des couches dont l'inclinaison est très-variable sous le rapport des angles qu'elles forment avec l'horizon, mais ces couches ont une direction assez constante, qui paraît éprouver une flexion générale vers le milieu du bassin, c'est-à-dire, sur une ligne que l'on peut considérer comme passant par Namur et Rochefort ; de manière qu'à l'occident de cette ligne la direction est de l'ouest à l'est, et qu'à l'orient elle est du sud-ouest au nord-est.

518. *Division en systèmes.* — Il résulte de cette disposition que ces

diverses roches se présentent, au premier coup d'œil, comme formant des bandes dirigées dans le sens de la direction générale des couches; et comme ces bandes montrent souvent la répétition des mêmes roches, on a cru pendant longtemps que la contrée se composait d'un très-grand nombre de systèmes placés sur leur tranche les uns à côté des autres; mais M. Dumont * a reconnu, dans ces derniers temps, que l'ensemble du terrain pouvait être considéré comme composé de quatre systèmes superposés l'un à l'autre, et formant des espèces de bassins dont les bords sont quelquefois renversés, ainsi que nous l'avons déjà remarqué en parlant du terrain houiller qui complète ce système de bassin, ou plutôt qui le commence lorsque l'on va, ainsi que nous l'avons fait dans cet ouvrage, du haut vers le bas.

Ces quatre systèmes se distinguent par leur nature : le plus élevé, ou *système calcareux supérieur,* est principalement composé de calcaire et de dolomie; le suivant, ou *système quartzo-schisteux supérieur,* est principalement composé de psammites et de schistes; le troisième, ou *système calcareux inférieur,* a la même composition que le premier; enfin le quatrième, ou *système quartzo-schisteux inférieur,* est, comme le second, principalement composé de schistes et de psammites; mais il s'en distingue par la présence assez fréquente des poudingues et parce que la couleur rouge y est plus commune; c'est l'*old red sandstone* des Anglais.

519. *Division en bassins particuliers.* — Nous avons dit qu'il est bien probable que le terrain houiller et l'ensemble du terrain anthraxifère de cette contrée forment un grand bassin remplissant une dépression du sol ardoisier; mais les divers systèmes qui composent ce grand bassin sont loin de s'emboîter de manière à ne former qu'un bassin unique.

Le seul système quartzo-schisteux inférieur paraît être dans ce cas, car il se montre à peu près sur toute la bordure du grand bassin; mais ce système, formant un sol très-inégal, se montre au jour non-seulement sur les limites du terrain ardoisier, mais aussi dans l'intérieur du grand bassin : il y forme même une bande continue qui le traverse dans le sens de sa longueur, et le divise en deux autres bassins inégaux, qui sont eux-mêmes subdivisés en un grand nombre de bassins plus ou moins étendus et plus ou moins complets; car, de même que le relèvement des schistes, des psammites et des poudingues du système quartzo-schisteux inférieur, réduit les bassins partiels aux trois autres systèmes et au terrain houiller, le relèvement du système calcareux inférieur réduit les bassins supérieurs à deux systèmes anthraxifères et au terrain houiller, et ainsi de suite. Du reste, on doit éviter de prendre ce mot de bassin dans un sens trop rigoureux, et de croire que chacun de ces petits massifs présente toujours la véritable forme de bassin, c'est-à-dire que

* Dans l'ouvrage cité à la note de l'article 363.

l'on y voie constamment les mêmes couches s'enfoncer d'un côté et se relever de l'autre; il y a au contraire de ces massifs qui ne sont, en quelque manière, qu'une partie de bassin, c'est-à-dire qui ne présentent qu'un système de couches inclinées dans un seul sens et qui se terminent vers leur pied en s'appuyant sur la couche qui leur sert de support commun, laquelle reparaît seule au jour.

520. *Bassin du Condros.* — Les recherches de M. Dumont ne s'étant encore étendues que sur la partie septentrionale du grand bassin, nous ne sommes pas à même de faire connaître positivement le nombre et la position des bassins partiels; mais parmi ces bassins nous en indiquerons un qui forme, à lui seul, la plus grande partie d'une contrée située entre la Lesse et l'Ourte, et que l'on connaît sous le nom de *Condros.*

Cettre contrée présente un grand nombre de collines longues, étroites, dirigées du S. O. au N. E., dont les flancs en pentes douces donnent naissance à des vallées parallèles peu enfoncées. Mais ces collines et ces vallées longitudinales sont coupées par d'autres vallées beaucoup plus profondes, dirigées en tout sens, dont les flancs sont escarpés et qui servent ordinairement d'écoulement aux rivières. Ces dernières vallées paraissent n'avoir aucun rapport avec la constitution géognostique; elles se propagent indifféremment dans tous les systèmes. Mais il n'en est pas de même des vallées et des collines longitudinales, les premières étant ordinairement formées par le système calcareux supérieur, et les secondes par le système quartzo-schisteux supérieur, de sorte que le calcaire y forme de petits bassins longitudinaux emboîtés dans les psammites. Toutefois ces petits bassins, au lieu d'être entièrement isolés, se réunissent souvent par une de leurs extrémités à des massifs plus étendus qui interceptent la continuation des collines longitudinales de psammites; de sorte que l'on doit les considérer comme des parties d'un grand bassin séparées par des échancrures.

Le calcaire de ce bassin supporte quelques petits bassins houillers qui, à l'exception de celui de Bois et Borsu, ne sont pas assez riches en houille pour donner lieu à des exploitations. On voit aussi à la surface du sol des dépôts sableux et argileux, accompagnés de fragments de phtanite et de limonite, et dont nous parlerons à la suite des dépôts métallifères.

521. *Fossiles.*—L'étude des fossiles du massif anthraxifère d'entre l'Escaut et la Roer n'est pas aussi avancée qu'on le désirerait; voici cependant la liste que donne M. Dumont de ceux qu'il a observés dans la province de Liége, savoir :

Dans le système calcareux supérieur :

Calimena Tristani.
— *macrophtalma.*
Orthocera striata.
Ammonites sphæricus.
Buccinum acutum.
Ecomphalus catillus.

Evomphalus pentagulatus.
Turbo muricatus.
— *striatus.*
Turritella.
Cirrus rotundatus.
Natica globosa.
Nerita spirata.
Helicina.
Helix carinatus.
Bellerophon tenuifascia.
— *apertus.*
— *hiulcus.*
— *costatus.*
Terebratula lineata.
— *crumenata.*
— *hastata.*
— *indentata.*
— *lævigata.*
— *lacunosa.*
— *monticularis.*
— *vestita.*
Spirifer glaber.
— *bisulcatus.*
— *oblatus.*
— *rotundatus.*
— *trigonalis.*
Productus scoticus.
— *spinulosus.*
Productus antiquatus.
— *comoides.*
— *hemisphæricus.*
— *latissimus.*
— *lobatus.*
— *Martini.*
— *punctatus.*
— *fimbriatus.*
— *concinnus.*
— *longispinus.*
— *personatus.*
— *plicatilis.*
— *rugosus.*
— *sarcinulatus.*
— *sulcatus.*
— *transversus.*
Strophomena rugosa.
— *pileopsis.*
— *marsupita.*
Vulsella lingulata.
Cypricardia annulata.
Sanguinolaria.
Gorgonia ripisteria.
Fungia discoidea.
Cyathophyllum turbinatum.
— *cæspitosum.*
Syringopora ramulosa.
Encrinites.

Dans le système quartzo-schisteux supérieur :

Terebratula aspera.
— *Wilsonii.*
— *lineata.*
Spirifer attenuatus.
— *bisulcatus.*
— *lineatus.*
— *pinguis.*
Productus aculeatus.
Strophomena pileopsis.
Pecten plicatus.
Lucina ?
Crassatella ?
Saxicava ?
Unio ?
Cyathophyllum.
Encrinites.

Dans le système calcareux inférieur :

Solarium.
Nerita.
Terebratula prisca.
— *explanata.*

Terebratula aspera.	*Cyathophyllum plicatum.*
— *numismalis.*	— *quadrigeminum.*
Spirifer attenuatus.	— *cæspitosum.*
— *lineatus ?*	— *pentagonum.*
Strophomena.	— *ananas.*
Manon favosum.	*Calamora spongites.*
Retepora antiqua.	— *polymorpha.*
Anthophyllum bicostatum.	*Encrinites.*
Cyathophyllum dianthus.	

Dans le système quartzo-schisteux inférieur :

Productus hemisphæricus.	*Spirifer.*
— *concoides.*	*Strophomena.*
— *concinnus.*	*Encrinites.*

Indépendamment de la plupart de ces espèces, on en a trouvé dans la province de Namur d'autres qui n'ont pas encore été convenablement déterminées, mais d'après lesquelles on peut ajouter aux genres ci-dessus, des spirules, des turrilites, des mélanies, des bucardes (*cardium hibernicum* de Sowerby), etc.

Il y a aussi dans ce terrain des végétaux qui ne sont pas encore déterminés, mais que l'on suppose se rapprocher des fucoïdes.

On remarque que les fossiles sont beaucoup plus communs dans les roches calcareuses que dans les roches schisteuses, et beaucoup moins rares dans celles-ci que dans les roches quartzeuses. En général, c'est dans les roches calcareuses friables qu'ils sont le plus abondants.

522. *Dépôts métallifères.* — Nous avons déjà indiqué que le massif anthraxifère d'entre l'Escaut et la Roer renferme beaucoup de dépôts métallifères; mais nous n'oserions assurer qu'ils appartiennent réellement à ce terrain.

Ces dépôts sont principalement caractérisés par la présence de la limonite, que les mineurs nomment *mine jaune*, par opposition à l'oligiste (515) qu'ils appellent *mine rouge*. Cette substance est souvent de couleur jaune-brunâtre ou brune et quelquefois noirâtre; sa cohérence varie depuis l'état terreux jusqu'à une grande ténacité. Les parties cohérentes se trouvent au milieu des parties terreuses sous des formes concrétionnées ou fragmentaires, et présentent souvent des géodes qui sont quelquefois tapissées de mamelons irisés, dont on fait de superbes échantillons de cabinet. Ce minerai fournit du fer d'excellente qualité.

Les autres substances métalliques qui accompagnent la limonite, sont : la sperkise, la marcassite, la galène, la céruse, la calamine, la smithsonite et

la willémite. La première de ces substances est quelquefois exploitée pour la fabrication de la couperose; la galène l'a été dans différentes localités et l'est peut-être encore, soit pour en retirer du plomb, soit pour être directement employée comme alquifoux; enfin, la calamine et la smithsonite qui, à l'Altberg près d'Aix-la-Chapelle, forment une masse très-considérable, sont exploitées pour en retirer le zinc, ou pour la préparation du laiton.

Ces dépôts ont des relations géognostiques difficiles à bien déterminer, et on les a souvent considérés comme ayant des gîtes très-différents les uns des autres.

Ils forment notamment des filons fragmentaires qui traversent les systèmes calcareux, et qui se prolongent quelquefois dans les schistes et les psammites environnants. Ces filons renferment ordinairement, outre la limonite et les autres substances métalliques indiquées ci-dessus, de l'argile, de l'ocre, du sable, du phtanite, du quartz, du calcaire, de la dolomie, de la barytine, de l'halloysite, de l'allophane, du lignite, de la fluorine, etc.; souvent ces filons ne sont qu'un mélange confus de fragments de limonite et de phtanite empâtés dans une argile ferrugineuse; d'autres fois ils ressemblent davantage aux filons proprement dits, et présentent beaucoup de substances cristallisées. A Védrin, près de Namur, où il a existé une mine importante de plomb, le minerai de ce métal occupait la partie moyenne du filon; tandis que les pyrites dominent dans la partie inférieure, et que la limonite était la seule substance métallique de la partie supérieure.

D'autres fois la limonite se trouve placée sur les lignes de jonction des systèmes calcareux et quartzo-schisteux, où elle forme des dépôts quelquefois très-puissants, que l'on a considérés comme des couches, comme des amas couchés, et comme des bassins, selon les formes qu'ils affectent et la puissance qu'ils présentent; mais ces dépôts pourraient bien n'être que des filons plus ou moins développés. Ceux que l'on a considérés comme des bassins, parce que les matières qui les composent paraissent disposées comme les couches d'un bassin, dont les assises inférieures sont ordinairement des phtanites et des sables, donnent en général lieu aux exploitations les plus abondantes, et renferment les meilleurs minerais. On trouve notamment plusieurs de ces gîtes entre la Sambre et la Meuse.

La limonite se rencontre aussi en fragments épars dans les dépôts terreux qui recouvrent le sol, et notamment dans les vallées longitudinales du Condros (520); mais ce qui caractérise plus particulièrement ces dépôts, c'est la présence de nombreux fragments anguleux de phtanite passant quelquefois au jaspe rouge, au quartz blanc cristallisé et au silex. On voit aussi, entre autres aux environs de Ciney, de ces fragments quartzeux qui ne sont, pour ainsi dire, formés que d'un assemblage de rouelles d'encrines. Ces dépôts présentent deux circonstances remarquables : l'une, c'est qu'au lieu

de se trouver dans la partie la plus basse des vallées longitudinales, ils reposent le plus souvent sur leurs flancs, c'est-à-dire, à la ligne de jonction des systèmes calcareux et quartzo-schisteux ; l'autre, c'est qu'ils passent quelquefois, en s'enfonçant, à des dépôts de sables ou d'argile purs, c'est-à-dire qui ne renferment plus de phtanite et qui n'ont plus l'apparence limoneuse des dépôts superficiels ; mais il est à remarquer que ces dépôts sableux et argileux ne sont pas ordinairement rapportés au terrain anthraxifère, et que plusieurs géologistes les ont même considérés comme tériaires *.

III[e] GROUPE. — *Terrain ardoisier* **.

523. *Synonymie.* — Le groupe auquel nous donnons le nom de *terrain*

* J'ai parlé ici des minerais métalliques qui se trouvent dans le terrain anthraxifère d'entre l'Escaut et la Roer, parce que ces minerais forment un des caractères les plus remarquables de ce terrain, et parce que l'incertitude où l'on est en général sur le véritable âge des filons, est cause que l'on a l'habitude de les décrire avec les terrains qui les renferment ; mais je suis loin de prétendre que ces minerais et les matières qui les accompagnent ont été formés à la même époque que le terrain anthraxifère. La présence presque continuelle des phtanites dans les dépôts métallifères, et le fait rapporté par M. Bouësnel en 1810 (Journal des mines, tome XXIX, page 207), que les filons métallifères s'arrêtent au terrain houiller, m'avaient porté à croire que l'on pouvait rapprocher l'époque de la formation des dépôts métallifères de celle des phtanites qui se trouvent dans la partie inférieure du terrain houiller ; mais, à présent que les observations de M. Dumont démontrent que le terrain anthraxifère a été plissé en même temps que le terrain houiller, je suis porté à croire que les dépôts métallifères sont aussi postérieurs au terrain houiller ; car la présence de ces dépôts aux lignes de jonction des différents systèmes anthraxifères, c'est-à-dire, aux points où le soulèvement d'un système inférieur a fracturé le système supérieur, paraît devoir être attribuée à une intercalation par injection plutôt qu'à une déposition par stratification. L'absence des filons dans le terrain houiller ne contrarie pas cette manière de voir ; car elle peut provenir de ce que le terrain houiller ne s'est pas fendillé comme le calcaire, pour recevoir les matières des filons. Cette façon de voir tendrait donc à rapprocher l'origine des minerais métalliques d'entre l'Escaut et la Roer de l'époque pénéenne, et effectivement nous aurons l'occasion de faire remarquer, dans le livre suivant, que c'est là une des époques où il est sorti de l'intérieur de la terre le plus de matières métalliques et quartzeuses. D'un autre côté, les rapports qui existent entre les dépôts métallifères, et ceux de sable et d'argile que l'on trouve sur le terrain anthraxifère ou plutôt dans les enfoncements pratiqués à la surface de ce dernier, et la circonstance que ces amas de sable et d'argile sont aussi le plus souvent sur les lignes où le soulèvement des systèmes inférieurs a fracturé le système supérieur, me portent à croire que ces sables et ces argiles, bien loin d'être tériaires, comme on le croit communément, appartiennent aussi au commencement de la période ammonéenne.

** J'ai cru devoir continuer à me servir de la dénomination de terrain *ardoisier*, que des considérations locales m'avaient mis dans le cas d'employer dès 1808, non pas que je trouve ce nom meilleur que d'autres plus usités ; mais, comme je ne limite pas mon groupe de la même manière que ceux auxquels on donne d'autres dénominations, j'ai cru qu'il valait

ardoisier correspond à une grande partie de celui que les auteurs allemands appellent *grauwacke* et M. d'Aubuisson *Traumate;* mais il en diffère en ce que les schistes et les psammites, que nous avons rangés dans le terrain anthraxifère, sont aussi souvent considérés comme appartenant à la *grauwacke*.

524. *Caractères principaux.* — Du reste, la distinction entre ce groupe et le terrain anthraxifère, si tant est qu'elle existe réellement, est encore plus difficile à établir que celle entre ce dernier et le terrain houiller; aussi devons-nous avouer que les caractères qui nous servent à séparer les terrains anthraxifère et ardoisier, ne sont pas admis par la plupart des géologistes, ce qui semblerait annoncer qu'ils ne tiennent qu'à des circonstances locales. Nous ne pouvons disconvenir, en effet, que ces caractères sont, pour ainsi dire, empiriques et ne consistent que dans des circonstances qui sont de nature à varier selon les lieux; ce sont: la tendance des roches schisteuses à présenter de plus grands feuillets, à mieux résister aux influences météoriques, à passer à l'ardoise et aux roches talciques; la tendance des roches quartzeuses à former des quartz grenus plutôt que des psammites, la rareté des roches calcareuses, enfin une différence mieux prononcée avec les terrains secondaires, et plus de rapprochements avec ceux qui nous restent à examiner, surtout avec le terrain talqueux.

525. *Fossiles.* — Les fossiles ne sont pas dans le cas de jeter beaucoup de lumière sur cette question, parce qu'ils sont fort rares dans le terrain ardoisier, et qu'étant encore plus identifiés avec la roche que ceux du terrain anthraxifère, les déterminations spécifiques sont fort difficiles. Du reste, ils paraissent avoir beaucoup de rapports avec ceux de ce dernier terrain; ce sont, en général, les mêmes genres, et on y a notamment observé des trilobites, des spirifères et des encrines; mais les espèces n'étant point, en général, bien déterminées jusqu'à présent, on ne peut encore faire connaître d'une manière positive s'il y a identité ou différence entre les espèces de fossiles enfouies dans le terrain ardoisier et dans le terrain anthraxifère, d'autant plus que, la plupart des auteurs ne limitant pas leurs divisions de la même manière, nous ne sommes pas dans le cas de pouvoir assurer que certains gîtes appartiennent à l'un ou à l'autre de ces deux groupes. Parmi les espèces déterminées qui ont été reconnues dans le terrain ardoisier, et qui jusqu'à présent ne l'ont point été dans d'autres, nous citerons trois espèces d'ogygies (*O. Guettardii, O. Demaresti, O. Wahlenbergii*) qui se trouvent dans les ardoises d'Angers. Du reste, on ne devra pas mettre une grande importance dans les différences qui pourront être reconnues entre les fossiles du terrain

mieux que je continuasse à me servir du nom que j'avais pour ainsi dire créé, plutôt que de changer l'acception donnée à une autre dénomination.

ardoisier et ceux du terrain anthraxifère, pour en conclure des rapports de position, puisque nous avons vu dans la série des terrains ammonéens que les fossiles variaient souvent avec la nature des couches, c'est-à-dire que deux couches argileuses, séparées par une couche calcareuse, avaient quelquefois des fossiles communs qui ne se trouvaient pas dans la couche calcareuse intermédiaire.

526. *Terrain ardoisier de l'Ardenne. Caractères géographiques.* — Nous prendrons pour exemple du terrain ardoisier une région qui touche immédiatement au massif anthraxifère que nous avons décrit à l'article précédent; c'est celle connue sous le nom d'*Ardenne*, et que nous avons déjà indiquée (76) comme s'étendant des sources de la Roer à celles de l'Oise.

Cette région forme un plateau entamé par des vallées plus ou moins profondes : elle est peu propre à la culture; aussi est-elle généralement couverte de landes et de forêts.

Le terrain ardoisier s'y trouve bordé au nord-ouest par le terrain anthraxifère indiqué ci-dessus. Une autre bande de ce terrain se retrouve à l'est, mais la jonction y est souvent cachée par des terrains ammonéens dont les divers systèmes viennent successivement recouvrir la limite méridionale de l'Ardenne.

527. *Composition.* — Le terrain ardoisier de cette région est principalement composé de couches alternatives de roches schisteuses et quartzeuses, plus ou moins inclinées, très-souvent verticales, communément dirigées du nord-est au sud-ouest, formant des espèces de bandes qui paraissent moins constantes que celles du terrain anthraxifère, et qui sont traversées par de nombreux filons ordinairement quartzeux.

528. *Roches schisteuses.* — Les roches schisteuses de l'Ardenne appartiennent en général au schiste ardoise; leur couleur la plus ordinaire est le gris-bleuâtre, qui passe souvent au verdâtre, au rougeâtre, au gris de cendre, etc.; mais, quelle que soit la couleur et même l'état d'altération de l'ardoise, on peut la distinguer du schiste argileux du terrain anthraxifère par sa cassure, qui est toujours schistoïde jusque dans ses plus petits fragments; par sa tendance à se diviser en grands feuillets et non en petits fragments, parce qu'elle résiste beaucoup mieux aux influences météoriques, et parce que les résultats de sa décomposition sont d'une nature différente de ceux des schistes argileux. On a vu, en effet, que ces derniers se décomposent en une terre argileuse, quelquefois sablonneuse; tandis que l'ardoise donne naissance à une terre légère, onctueuse, qui ne fait point pâte avec l'eau.

Les ardoises qui se montrent au jour sur les plateaux, ont en général éprouvé une certaine altération; elles ont une couleur plus pâle que les autres, et deviennent souvent blanchâtres; elles sont tendres, friables, douces au toucher, d'un aspect stéatiteux; mais il est à remarquer que ce genre d'altération

n'a pas lieu dans les ardoises que l'on expose maintenant aux actions météoriques, ni même dans celles qui se montrent au jour dans les escarpements qui forment les flancs des vallées, ce qui annonce un ordre de chose analogue à ce que l'on remarque dans plusieurs espèces de roches amphiboliques et feldspathiques.

Les ardoises de l'Ardenne, et notamment les carrières de Fumay, donnent de très-bons matériaux pour couvrir les toits; on les emploie aussi pour la bâtisse, le carrelage et autres usages.

529. Ces ardoises ont une grande tendance à passer au stéaschiste, et l'on voit souvent dans l'ardoise ordinaire des parties qui forment un tout avec la masse, et qui doivent être considérées comme du stéaschiste; d'autres fois ce sont des couches entières qui présentent ce changement. En général, ces parties prennent une couleur verdâtre, passant à l'olivâtre et même au blanchâtre, et sont quelquefois accompagnées de silicates magnésiques et alumino-magnésiques à l'état cristallin. Ces substances se trouvent surtout très-bien caractérisées dans les géodes et dans les filons de quartz blanc qui sont si fréquents dans le terrain qui nous occupe.

Parmi les autres roches auxquelles passe l'ardoise de l'Ardenne, une des plus remarquables, sous le rapport économique, est le schiste coticule ou *pierre à rasoir*, qui forme des veines jaunâtres au milieu de l'ardoise bleuâtre; nous devons aussi citer des ampélites ou *crayon des charpentiers*, et d'autres roches schisteuses qui, plus tendres que les ardoises, servent à faire des crayons pour écrire sur les plaques d'ardoise; quelquefois les ampélites du terrain ardoisier ressemblent tellement au schiste houiller, qu'on y a déjà entrepris des recherches de houille, mais toujours infructueusement.

Une autre roche assez remarquable qui a été trouvée à Ottré, province de Luxembourg, paraît être un stéaschiste renfermant de petits grains noirâtres d'une substance laminaire, que l'on a cru pouvoir rapporter à la diallage et dont on a fait aussi une espèce particulière sous le nom d'*ottrélite*.

530. *Roches quartzeuses.* — Les roches quartzeuses de l'Ardenne présentent plusieurs modifications : la plus abondante est le quartz grenu, dont la couleur la plus ordinaire est le grisâtre passant souvent au bleuâtre et au noirâtre, quelquefois au jaunâtre et au rougeâtre. Sa texture est souvent schistoïde, d'autres fois la roche forme des couches massives très-puissantes; les variétés noires ont quelquefois l'aspect extérieur des trapps, et plusieurs minéralogistes les considèrent comme appartenant à cette espèce, quoique leur infusibilité nous les fasse encore ranger dans le quartz grenu ou dans le phtanite. En général, c'est par les variétés de couleur foncée que le quartz grenu passe aux roches schisteuses; tandis que les variétés grisâtres, jaunâtres ou rougeâtres font plus communément le passage au psammite, au grès et au poudingue.

Les poudingues de l'Ardenne ont, en général, une certaine tendance à la structure feuilletée, qui leur donne un aspect particulier et rappelle un terrain où cette structure est presque générale; en effet, ils tendent ordinairement à se rapprocher des quartz grenus schistoïdes ou des ardoises, et on voit souvent des noyaux quartzeux qui s'allongent et s'unissent intimement avec la pâte, laquelle devient souvent d'une nature analogue à celle de l'ardoise et du stéaschiste; alors leur texture ressemble plus à celle des gneisses qu'à celle des poudingues, d'après l'idée que l'on a de ceux-ci. Indépendamment de cette plus grande tendance à prendre la structure schistoïde, il paraît que les poudingues du terrain ardoisier peuvent se distinguer de ceux du terrain anthraxifère, parce que la couleur rouge y est moins commune, parce qu'au lieu de passer au schiste argileux, ils passent à l'ardoise stéatiteuse, et parce qu'ils présentent plus rarement des noyaux arrondis *.

Les psammites ne sont pas très-communs en Ardenne, si ce n'est sur les bords de la région, où ils se lient avec le système inférieur du terrain anthraxifère. Ils font cependant, sous le nom de *pierre à faux*, l'objet d'un commerce assez avantageux pour les environs de Viel-Salm et de Houffalize. Cette pierre est un psammite schistoïde verdâtre, très-micacé, qui se trouve réellement dans le terrain ardoisier. Quand elle n'est pas trop feuilletée, on l'emploie aussi à faire des meules à aiguiser.

Les grès sont encore moins communs dans cette région que le psammite; on exploite cependant, entre Weisme et Malmédy, un beau grès blanc très-bien prononcé; mais il a une tendance particulière à prendre une texture analogue à celle des poudingues, et il passe à une roche composée d'une pâte de grès blanc, farcie de grains de la grosseur d'un pois, de quartz gras transparent. En général, le passage des grès et des psammites du terrain ardoisier au poudingue, donne naissance à beaucoup de grès et de psammites à gros grains ou de poudingues à petits noyaux.

* Il ne faut pas confondre ces poudingues du terrain ardoisier avec un autre dépôt qui a des caractères très-différents et qui se trouve aussi dans les limites géographiques de l'Ardenne, entre Malmédy et Stavelot, où il remplit une espèce de cavité du terrain ardoisier, avec lequel il est en stratification discordante. Ce dépôt est principalement composé d'un poudingue, formé de gros noyaux de grès et de quartz grenu, quelquefois de calcaire et de quartz blanc, plus ou moins liés par un ciment très-ferrugineux. Cette roche passe au préphite, au schiste et au grès rouge, surtout dans la partie supérieure du dépôt. M. Dumont y a observé les fossiles suivants : une turritelle, les *Spirifer attenuatus* et *rotundatus*, un strophomène, le *Stromatopora concentrica*, les *Cyathophyllum plicatum*, *pentagonum* et *ananas*; les *Astrea porosa* et *agaricites*, le *Syringopora cæspitosa*, les *Calamopora gothlandica*, *polymorpha* et *spongites*, et des encrines. Ces fossiles annoncent les terrains hémilysiens; mais, comme ils se trouvent dans des noyaux qui peuvent appartenir à une époque antérieure à la formation du dépôt poudingiforme, d'autres considérations ont fait rapporter celui-ci au groupe pénéen.

Ces grès et ces psammites contiennent quelquefois du feldspath ordinairement altéré, et deviennent des arkoses, lesquelles diffèrent peu des grès et des psammites ordinaires.

Le quartz blanc compacte forme une grande quantité de veines et de filons dans les couches schisteuses et quartzeuses qui viennent d'être indiquées. Quelquefois, surtout dans les quartz grenus, ces veines sont si nombreuses qu'elles forment des mélanges analogues à ce que l'on remarque dans certains marbres. D'autres fois, surtout dans les couches schisteuses, le quartz forme des filons assez puissants que l'on exploite pour les employer dans les fabriques de porcelaine ou de faïence et dans les verreries.

531. *Roches calcareuses.* — Quoique le calcaire soit en général si rare dans le terrain ardoisier de l'Ardenne, que son absence est un des caractères qui le font distinguer des dépôts anthraxifères voisins, il ne lui est pas tout à fait étranger, et l'on a notamment trouvé à Alle, à l'ouest de Bouillon, un banc mince de cette roche. Elle y est bleuâtre, d'une texture lamellaire, mais si feuilletée que, si on n'y faisait pas une attention particulière, on ne la distinguerait pas de l'ardoise, dans laquelle elle est intercalée en stratification concordante, et avec laquelle elle se lie si intimement, qu'une partie du banc calcaire est encore de l'ardoise.

532. *Roches porphyroïdes.*—On a observé à Deville, au nord de Mézières, une roche intercalée dans le terrain ardoisier ordinaire, et qui s'en distingue par la présence d'une grande quantité de cristaux, de grains et de noyaux de feldspath. Cette substance y est accompagnée de grains de quartz limpide ou gris de fumée, et le tout est enveloppé dans une pâte grenue qui avait d'abord été rapportée aux roches qui, dans cette contrée, forment souvent le passage entre le quartz et l'ardoise, mais qui pourrait aussi être rapprochée des diorites stéatiteux.

La question se présente maintenant de savoir si cette roche, qui diffère tant de celles qui composent la masse principale du dépôt ardoisier de ces contrées, doit être considérée comme faisant partie de ce terrain ou comme appartenant au groupe porphyrique? La première de ces opinions avait d'abord été adoptée, parce que l'on voit des liaisons et des passages entre la roche porphyroïde de Deville et d'autres qui appartiennent décidément au terrain ardoisier, c'est-à-dire qu'il y existe, près de la roche porphyroïde, des bancs qui sont décidément en stratification concordante avec le terrain ardoisier, et qu'à la première vue on prendrait pour des schistes grossiers, mais où l'on aperçoit, avec un peu d'attention, tous les éléments de la roche porphyroïde. Le feldspath n'y forme plus de cristaux, mais on le reconnaît aisément par sa texture laminaire et son clivage rhomboïdal; le quartz s'y distingue par sa cassure vitreuse; l'un et l'autre se confondent avec une pâte feuilletée qui paraît analogue aux stéaschistes que nous avons dit être subor-

donnés dans les ardoises; mais cette espèce de passage entre la masse porphyroïde et le terrain ardoisier ne prouve plus que celle-là appartienne à celui-ci, depuis qu'il est reconnu que les parties des dépôts neptuniens qui avoisinent les masses plutoniennes diffèrent souvent des autres parties de ces dépôts, et sont quelquefois comme imprégnées de substances qui caractérisent les masses plutoniennes. Or, quoique l'on n'ait pas encore reconnu positivement si la roche porphyroïde de Deville forme un banc ou un dyke, nous sommes porté à adopter maintenant la seconde de ces opinions, et à y voir une dépendance du terrain porphyrique analogue aux diorites du Brabant et du Hundsrück, qui, d'après toutes les apparences, forment des culots ou des dykes au milieu de massifs ardoisiers qui composent probablement un même ensemble avec celui de l'Ardenne, dont ils ne sont séparés que par deux bandes ou bassins de terrains supérieurs.

533. *Fossiles.* — La connaissance des fossiles du terrain ardoisier de l'Ardenne est une science à peu près nouvelle, car il y a quelques années que l'on contestait encore l'existence de ces corps, tandis qu'à présent on en a déjà observé une assez grande quantité, mais qui ne sont pas bien déterminés. Les plus communs sont des spirifères très-allongés dans le sens de leur largeur; on y a aussi trouvé des calymènes, des asaphes, des pentacrinites, une hamite et un polypier voisin des astrées, que l'on avait pris originairement pour une plante.

534. *Gîtes métallifères.* — L'Ardenne renferme beaucoup de *gîtes métallifères,* quoi qu'il n'y ait pas de mines très-importantes. Ces gîtes sont fort différents de ceux des massifs anthraxifères et ammonéens qui les avoisinent; au lieu des matières terreuses qui dominent dans ces derniers, ceux du terrain ardoisier sont principalement composés de matières à textures cristallines ou massives, et au lieu d'être presque toujours accompagnés de limonite, cette substance ne s'y trouve que dans quelques localités particulières. D'après M. Cauchy*, les gîtes métallifères de l'Ardenne ne forment que très-rarement des filons, mais ils sont en général disposés par amas couchés ou par séries de nids, de noyaux et de cristaux disséminés dans des couches schisteuses et suivant la même direction que celles-ci. Ils présentent plusieurs espèces de minerais.

Celle qui donne lieu à l'exploitation la plus importante, est le *minerai de plomb* de Longwilly, près de Bastogne; la principale substance métallique y est la galène souvent antimonifère : elle s'y trouve en cristaux ou en plaques qui s'étendent le long des parois de schiste. On trouve aussi dans la partie qui avoisine la surface, des cristaux de céruse et des cristaux ou des concrétions de pyromorphite, et aux points où ces deux substances cessent de se montrer, on voit paraître de la marcassite et de la blende.

* Annales des mines, 3e série, tome IV, page 409.

Le *minerai de cuivre* a aussi été exploité à Stolzenbourg près de Vianden. Il s'y compose de chalkopyrite associée avec de la marcassite, du sidérose, du calcaire, du quartz et de la barytine. A Viel-Salm on voit des enduits et des cristaux de malachite, d'azurite et d'aphérèse.

Le *minerai d'antimoine* a été également exploité à Gœsdorf près de Wilz, où il présente de petits amas et des veines de stibine laminaire.

Le *minerai de manganèse* se trouve à Bihain et dans quelques autres lieux des environs de Viel-Salm. Il paraît y être composé d'un mélange d'oxydes et d'hydrates de ce métal. Sa couleur est noirâtre, son aspect terne, et il s'unit d'une manière très-intime avec les roches schisteuses dans lesquelles il est intercalé.

On trouve aussi en Ardenne plusieurs espèces de *minerai de fer*. La plus abondante est la limonite, qui a notamment été exploitée près de Champlon, à l'est de Marche, et qui l'est encore pour les forges de Linchant au nord de Mézières : sa texture y est ordinairement compacte et sa couleur brune. L'oligiste rouge colore souvent les roches schisteuses ; l'oligiste spéculaire forme dans les filons quartzeux des environs de Viel-Salm de grands cristaux, ou des plaques laminaires d'un gris d'acier. L'aimant se trouve fréquemment en petits grains ou en petits cristaux octaèdres disséminés dans les ardoises : il en est de même de la marcassite, qui accompagne aussi presque toutes les autres substances métalliques, et dont les cristaux se trouvent quelquefois en tout ou en parties transformés en limonite.

IVe GROUPE. — *Terrain talqueux.*

535. *Caractères généraux.* — Le groupe que nous désignons par le nom de *terrain talqueux*, parce que la plus grande partie des roches qui le composent renferment du talc, de la stéatite ou du mica, forme une association moins naturelle que celles des groupes précédents, et nous n'oserions assurer qu'il ait une position bien déterminée dans l'écorce du globe; car les divers systèmes que nous réunissons dans ce groupe sont très-différents les uns des autres ; et, quoique les géologistes aient été longtemps d'accord pour considérer ces systèmes comme inférieurs à tous ceux que nous avons examinés jusqu'à présent, il en est qui se lient intimement avec le terrain de la Tarentaise, que M. Élie de Beaumont, ainsi que nous l'avons dit ci-dessus (454), place dans une position assez élevée parmi les terrains secondaires. Il résulte de ces circonstances, que la détermination de la position du terrain talqueux et l'expression de ses caractères généraux sont encore plus difficiles que celles des autres groupes; du reste, nous croyons que l'on peut dire que, indépendamment de l'abondance des roches talciques et micaciques, le terrain

talqueux se distingue des groupes précédents par la fréquence de la texture cristalline, et par la tendance que plusieurs de ses systèmes ont de se rapprocher du terrain granitique; les textures schistoïde et saccharoïde y sont aussi très-communes, et, quoique les dépôts de ce groupe se lient, ainsi que nous venons de le dire, avec des terrains qui pourraient être assez élevés dans la série secondaire, il ne paraît pas que, jusqu'à présent, on l'ait vu recouvrir d'une manière positive aucun des autres groupes que nous avons examinés dans les articles précédents.

536. *Synonymie.* — Le terrain talqueux, tel que nous l'entendons, comprend, à peu près, toutes celles des associations de roches appelées *terrains primitifs* qui ne se rangent pas dans nos groupes granitique et porphyrique, notamment celles que l'on a désignées par les noms de *formation du schiste talqueux, formation du schiste micacé* et *formation du gneisse :* il est probable aussi qu'une grande partie des *calcaires* et des *quartz* dits *primitifs*, doivent se ranger également dans ce terrain; aussi le nombre de roches qui entrent dans sa composition est-il très-considérable.

537. *Caractères géographiques.*— Ce terrain est très-répandu à la surface du globe; cependant les massifs où il se montre seul au jour sont rarement d'une grande étendue: il constitue quelquefois des cimes très-élevées, et paraît également dans des contrées très-basses; mais, en général, on ne le voit pas dans les grandes plaines, qui sont ordinairement recouvertes par des terrains tériaires. Le terrain talqueux, de même que le terrain ardoisier, est peu favorable à la culture, et les lieux où il est au jour sont ordinairement peu fertiles et couverts de landes, de pâturages ou de forêts.

538. *Division en systèmes.* — On sent, d'après ce que nous avons dit ci-dessus, que la position des divers systèmes qui composent le terrain talqueux, n'est pas assez connue pour que nous puissions leur assigner un ordre géognostique bien déterminé; ce qui d'ailleurs ne paraîtra pas étonnant, quand on fera attention que nous avons maintenant perdu les deux guides principaux qui nous ont dirigé dans l'arrangement des groupes précédents, savoir la superposition des masses, et la nature des fossiles. Nous avons vu, en effet, que plus nous avançons dans la série des terrains, moins la position apparente des couches peut nous instruire sur leur position originaire, parce qu'elles sont souvent renversées ou repliées l'une sur l'autre; or, le terrain talqueux a une stratification encore plus généralement inclinée et contournée que les terrains précédents. Pour ce qui concerne les fossiles, il n'est pas démontré qu'il en existe dans le groupe qui nous occupe; ceux que l'on a cru pouvoir lui attribuer appartenant probablement aux terrains supérieurs.

D'un autre côté, il est très-possible qu'il n'y ait pas d'ordre de superposition constante entre les systèmes du terrain talqueux, mais que les différences que nous remarquons entre ces systèmes ne soient que le résultat du

développement accidentel de certaines couches ou de certaines substances qui entrent dans la composition générale de ce terrain, ainsi que nous avons déjà eu l'occasion de le faire remarquer pour d'autres groupes. En effet, il est très-rare que l'on trouve un massif un peu puissant de ce terrain, sans que l'on y reconnaisse, en plus ou moins grande quantité, et souvent en stratification alternative, plusieurs des roches qui caractérisent les principaux systèmes.

Quoi qu'il en soit, on peut reconnaître dans ce groupe cinq systèmes principaux, selon que dominent le stéaschiste, le quartz, le calcaire, le micaschiste et le gneisse; et, malgré, ainsi qu'on l'a vu ci-dessus, que l'on n'ait point de données positives sur la position respective de ces systèmes, il paraît que le premier est ordinairement le plus élevé, et que les deux derniers sont ordinairement les plus inférieurs, et ceux qui se lient le plus intimement et le plus fréquemment avec le terrain granitique. Quant au quartz et au calcaire, il paraît qu'ils sont moins abondants, et qu'ils pourraient être considérés comme subordonnés dans les autres roches plutôt que comme formant des systèmes particuliers.

539. A côté de ces systèmes, on en a placé d'autres où dominent respectivement des roches schisteuses, feldspathiques, amphiboliques, pyroxéniques, et des ophiolites; mais nous croyons que les dépôts principaux de ces roches doivent être considérés comme appartenant à d'autres groupes, notamment à notre terrain ardoisier pour ce qui concerne les roches schisteuses, et au terrain porphyrique pour ce qui concerne la plupart des autres. Nous ne voulons pas contester néanmoins que toutes ces roches ne se lient de la manière la plus intime avec celles que nous rangeons dans le terrain talqueux; tout paraît même prouver que les substances qui donnent le caractère principal à ces roches, se trouvent réellement disséminées dans les roches propres au terrain talqueux.

540. *Système du stéaschiste.* — Le premier des systèmes indiqués ci-dessus, celui où domine le stéaschiste, que l'on désigne souvent par la dénomination de *formation du schiste talqueux,* et que l'on a quelquefois confondu avec le micaschiste, se lie d'une manière toute particulière avec le système quartzeux; car le stéaschiste, ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer (*Min.* 1,027), contient presque toujours du quartz et passe fréquemment au quartz talcique. Il y a cependant dans ce système des bancs subordonnés, des amas ou des filons qui paraissent n'être composés que de silicates de magnésie, et que l'on est dans l'habitude de rapporter aux espèces talc, stéatite et serpentine d'après leurs caractères extérieurs; mais nous avons déjà eu l'occasion de faire voir (*Min.* 615 à 624) que ces caractères n'étaient point en rapports avec la composition atomique, et que ces matières n'étaient en général que des mélanges d'espèces proprement dites. Les stéaschistes sont

aussi souvent mélangés de silicates de fer, qui les colorent en vert, et de silicates d'alumine, ce qui les fait passer à la chlorite.

Le feldspath entre également dans la composition de ce système, et alors le stéaschiste passe à la protogine, roche qui a souvent été confondue avec le gneisse, parce que l'on prenait pour du mica le talc qui entre dans sa composition. La protogine perd quelquefois la texture schistoïde, si commune dans le système qui nous occupe, et prend une texture granitoïde, d'où Saussure l'a appelée *granite veiné*, et elle a été plusieurs fois confondue avec le granite; telle est celle qui forme la masse principale du Mont-Blanc, que l'on a souvent considérée comme appartenant au terrain granitique, parce que c'est une des plus belles roches granitoïdes connues; mais l'opinion du grand observateur des Alpes (Saussure) ne permet pas de douter de sa stratification, de même que l'opinion de M. d'Aubuisson * nous autorise à ne voir dans cette protogine qu'un membre du système talqueux qui constitue une partie des Alpes occidentales, qui s'y présente quelquefois sous des formes si différentes, et qui s'y lie par des passages insensibles avec le terrain de Tarentaise.

541. *Système du quartz.* — Le stéaschiste n'étant souvent, comme on vient de le voir, qu'un mélange de quartz et de talc, on sent, d'après ce qui se passe dans la nature, qu'il y a des lieux où le principe talcique devient très-rare, tandis que le principe quartzeux se développe davantage, ce qui donne des systèmes presque entièrement quartzeux; c'est notamment ce qui se voit dans les montagnes du Brésil qui recèlent le quartz aurifère, le sidérocriste et l'hyalomicte flexible d'Itacoluma.

542. *Système du calcaire.* — Les roches calcareuses entrent aussi dans la composition du terrain talqueux; souvent elles y sont subordonnées dans les autres systèmes, surtout dans celui du stéaschiste; mais quelquefois elles se développent au point de caractériser elles-mêmes des systèmes. Les roches calcareuses du terrain talqueux ont communément une texture saccharoïde, et renferment presque toujours de la magnésie ou des minéraux dans la composition desquels entre cette terre. Aussi, indépendamment du calcaire, y voit-on souvent de la dolomie, de l'ophicalce, du cipolin, etc. Ce sont ces roches calcareuses du terrain talqueux qui fournissent les plus beaux marbres connus **. Elles sont quelquefois accompagnées de gypse et de karsténite;

* Voir son intéressant mémoire sur le département de la Doire, inséré dans le Journal des mines, tome XXIX, page 328.

** Le calcaire primitif a longtemps joué un rôle important dans la géologie; mais actuellement, que l'on a en quelque manière pris à tâche de rajeunir les dépôts que l'on considérait comme les plus anciens, et qu'il est reconnu d'ailleurs que les calcaires compactes prennent les textures saccharoïde et lamellaire, lorsqu'ils ont été chauffés par des éjaculations plutoniennes, on ne sait, pour ainsi dire, plus comment citer des exemples de calcaire

fait, que l'on avait révoqué en doute pendant longtemps, mais qui paraît maintenant suffisamment constaté.

543. *Système du micaschiste.* — L'association du mica et du quartz est aussi très-commune dans le terrain talqueux. Lorsque c'est le mica qui domine dans cette association, on a du micaschiste, l'une des roches les plus répandues de la nature, et dont on s'est beaucoup occupé à cause des nombreux filons métallifères qu'elle recèle; lorsque le quartz devient dominant, on a de l'hyalomicte, et ces roches sont ordinairement accompagnées des autres roches propres aux terrains talqueux, et de plusieurs de celles que nous considérons comme appartenant aux terrains granitiques et porphyriques.

544. *Système du gneisse.* — Le feldspath entre souvent dans la composition du micaschiste et de l'hyalomicte, quelquefois même il remplace le quartz en tout ou en partie; de sorte que la masse devient du gneisse. Cette roche, qui est aussi très-abondante dans l'écorce du globe, paraît former un système dont la composition est généralement moins compliquée que celle des autres systèmes du terrain talqueux. Cependant la diminution ou la disparition de quelques-uns de ses éléments, ou les changements qu'éprouve leur mode d'agrégation, y déterminent aussi l'existence de bancs subordonnés, appartenant à d'autres espèces de roches; et, outre celles que nous avons déjà indiquées, nous devons encore citer le leptynite, la pegmatite et le granite. Il est à remarquer d'ailleurs que le gneisse se lie si intimement avec le granite que la ligne de démarcation entre les dépôts où dominent l'une ou l'autre de ces roches est ordinairement très-difficile à établir, d'autant plus que les caractères qui les distinguent sont souvent difficiles à apprécier ou de peu de valeur. En effet, la distinction géognostique entre le système du gneisse et le terrain granitique, consiste principalement dans la stratification du premier et dans la structure non stratifiée du second; or la stratification des roches schistoïdes hémylisiennes est généralement difficile à apercevoir, et les parties extérieures des massifs de granite sont quelquefois tellement traversées par des fissures, qu'ils paraissent stratifiés ou même feuilletés. D'un autre côté, la différence minéralogique entre le gneisse et le granite ne consistant, du moins dans notre méthode, que dans la prédominance respective du mica ou du feldspath, on conçoit qu'une circonstance aussi variable de sa nature, ne peut être constante, et que par conséquent il doit quelquefois exister dans le dépôt stratifié des parties qui, sous le rapport minéralogique, sont du granite, de même qu'il doit aussi se trouver dans le dépôt non stratifié des parties qui sont du gneisse sous le rapport minéralogique.

primitif, considéré comme terrain; car les dépôts auxquels on n'a pas encore contesté la prérogative d'ancienneté, ne sont en général que des couches subordonnées dans les stéaschistes et les micaschistes.

545. ***Minéraux disséminés et gîtes métallifères.*** — Le terrain talqueux renferme une si grande quantité de minéraux disséminés, que, si nous voulions en faire l'énumération, nous serions presque obligé de répéter une nomenclature minéralogique. Nous citerons parmi les plus abondants, le grenat, la tourmaline, l'épidote, le disthène, le zircon. Mais c'est surtout par ses nombreux gîtes métallifères que ce terrain est remarquable; les uns sont en filons, les autres en amas couchés. Ils paraissent s'étendre indistinctement dans tous les systèmes : on serait cependant tenté de les considérer comme plus communs dans le micaschiste et dans le gneisse que dans les autres systèmes; tel est le cas des mines d'argent, d'étain, de cobalt, qui se trouvent en Suède et en Allemagne, ainsi que de quelques mines de cuivre, de plomb, de fer, etc. C'est aussi au terrain talqueux que paraissent appartenir les gîtes les plus riches d'or et d'argent de l'Amérique.

IIe CLASSE.

TERRAINS PLUTONIENS.

546. *Caractères généraux.*—Les terrains plutoniens sont assez généralement composés de roches feldspathiques, albitiques, amphiboliques, pyroxéniques et talciques à texture cristalline. Ils forment ordinairement des typhons, des culots, des dykes et des coulées, et ne recèlent point de corps organisés. Il y a cependant quelques exceptions à ces deux dernières règles, consistant en ce qu'on laisse dans ces terrains des dépôts peu étendus, qui sont composés de fragments de roches analogues à celles des terrains plutoniens proprement dits, dans lesquels on distingue une véritable stratification et où l'on rencontre quelquefois des corps organisés.

Ces terrains sont moins étendus à la surface de la terre que les terrains neptuniens; mais il paraît qu'ils se prolongent sous ces derniers, d'où l'on suppose qu'ils composent toute la partie inférieure de l'écorce du globe.

547. *Division en ordres.* — Nous les divisons en deux ordres, qui se rapportent à deux époques successives de formation, et que nous désignons par les noms de *terrains agalysiens* et de *terrains pyroïdes*, parce que les uns ont en général la texture cristalline et que les autres ont souvent de la ressemblance avec les matières minérales qui ont été fondues dans nos fourneaux.

PREMIER ORDRE.

TERRAINS AGALYSIENS.

548. *Caractères généraux.* — Les terrains àgalysiens se distinguent par leur tendance à former de grandes masses non stratifiées, qui se trouvent généralement en dessous des terrains neptuniens, ou des culots et des dykes, qui s'intercalent dans les terrains neptuniens, surtout dans ceux des groupes inférieurs, avec lesquels les terrains agalysiens se lient souvent d'une manière très-intime.

549. *Division en groupes.* — Nous divisons ces terrains en deux groupes, fondés sur la circonstance que dans l'un la texture granitoïde est dominante, tandis que dans l'autre c'est la texture porphyroïde, et il paraît que cette division concorde assez bien avec les époques de formation.

PREMIER GROUPE. — *Terrain granitique.*

550. *Caractères principaux.* — Le terrain granitique est principalement caractérisé par la prédominance du granite et de la texture granitoïde, ainsi que par sa disposition en masses non stratifiées.

551. *Caractères géographiques.* — Il est très-répandu à la surface du globe; et forme quelquefois des massifs considérables, d'autres fois il compose de petites bandes au milieu des terrains hémilysiens, ou bien il ne se montre que dans quelques lieux isolés où la continuité des terrains secondaires qui le recouvrent est interrompue.

La solidité et l'altérabilité des roches qui composent le terrain granitique étant très-variables, il en résulte aussi des différences dans les formes extérieures des contrées où ce terrain domine; en général, les pays granitiques présentent de petites montagnes à croupes arrondies. Les vallées y sont cependant quelquefois très-profondes et bordées d'escarpements; mais ces circonstances y sont plus rares que dans la plupart des contrées hémilysiennes et ammonéennes.

Les contrées granitiques sont, en général, peu propres à la culture, et lorsque les roches granitiques n'y sont pas recouvertes de dépôts d'autre nature, elles ont beaucoup de tendance à former des landes arides, et à se refuser à la production du froment et à celle de la vigne.

552. *Composition.* — La composition du terrain granitique est beaucoup plus simple et beaucoup moins variable que celle des autres groupes que nous venons d'examiner : nous pourrions presque dire que ce terrain est exclusivement composé de granite, si nous laissions à ce nom de roche toute l'étendue

qu'on lui donnait dans le siècle dernier, c'est-à-dire, si nous l'appliquions à toutes les roches feldspathiques qui ont la texture granitoïde. Mais, d'après la nomenclature que nous avons adoptée, la composition du terrain granitique est plus compliquée; car, indépendamment du véritable granite, c'est-à-dire, de la roche granitoïde composée de feldspath, de quartz et de mica, qui est en général la plus abondante, on y trouve encore plusieurs autres associations minérales, auxquelles nous donnons des noms particuliers; c'est ainsi que, si le mica disparaît, on a de la pegmatite; si cette substance passe aux silicates de magnésie, on a de la protogine; si le mica est remplacé par l'amphibole, on a de la syénite; si le feldspath, qui domine dans ces diverses combinaisons, perd sa texture lamellaire, pour prendre une texture grenue ou compacte, ou si sa potasse est substituée par de la soude, ou si d'autres substances deviennent dominantes, on a du leptynite, du diorite, du porphyre, etc. Enfin, si les substances composantes éprouvent de l'altération, elles donnent naissance à des matières qui reçoivent quelquefois des noms particuliers : tel est le kaolin, qui paraît n'être qu'une pegmatite décomposée.

555. *Liaison avec les autres terrains.* — Les limites du terrain granitique sont très-difficiles à établir, à cause de ses liaisons avec d'autres dépôts : nous avons déjà fait remarquer ses rapports avec le système du gneisse, ainsi qu'avec les arkoses des terrains pénéen, triasique et liasique; mais c'est surtout avec le terrain porphyrique que la liaison est la plus intime, elle présente même des rapports que nous n'avons point encore vus dans les groupes qui nous ont occupé jusqu'à présent. En effet, il y a entre ces dépôts plus que des ressemblances de composition ou des intercalations alternatives de masses; il y a une pénétration dans les mêmes masses, car on voit très-souvent des masses de granite qui sont traversées par des filons, des veines ou des noyaux de matières qui ressemblent à celles qui dominent dans le terrain porphyrique et qui se lient de la manière la plus intime avec le granite. Or, soit que l'on considère ces matières comme de simples accidents du terrain granitique, soit que l'on y voie des filons de terrain porphyrique introduits dans le terrain granitique, elles n'en constituent pas moins des rapports très-remarquables entre les masses à texture porphyroïde et celles à texture granitoïde.

D'un autre côté, si le granite est traversé par de nombreux filons porphyriques, il y a aussi des filons granitiques qui traversent d'autres terrains. On n'est pas encore absolument d'accord sur le terme où s'arrêtent ces filons; mais leur existence dans la partie inférieure des terrains hémilysiens est un fait maintenant bien constaté. On n'est pas non plus d'accord sur les relations de position du terrain granitique. Il n'y a pas longtemps que l'on croyait que le granite était toujours inférieur à tous les autres dépôts, et il est certain, en effet, que cette disposition se remarque dans le plus grand nombre des

localités où l'on aperçoit la jonction du granite avec d'autres roches ; mais on trouve aussi des localités où le granite s'appuie sur d'autres dépôts, et l'on rapporte même qu'à Weinbohla, en Saxe, cette roche repose sur le terrain crétacé. Nous sommes loin de vouloir contester une opinion qui prend tous les jours plus de consistance ; mais nous sommes assez disposé à ne voir dans ces superpositions, du moins dans celles qui placent le granite au-dessus de dépôts supérieurs au terrain triasique, qu'une disposition accidentelle analogue à celles dont nous avons déjà parlé à l'occasion de ce que nous avons appelé des bassins renversés dans les terrains anthraxifère et houiller (495 et 518).

554. *Altération du granite.* — Nous avons déjà indiqué que le terrain granitique présente une grande variation sous le rapport de la manière dont il a résisté aux causes qui tendent à l'altérer. Les parties de ce terrain qui sont au jour, et surtout celles qui forment le sommet des plateaux, sont ordinairement friables ou même meubles, et on voit la roche devenir plus cohérente à mesure que l'on s'enfonce. C'est surtout le feldspath qui a éprouvé cette altération, le quartz et le mica conservant mieux leurs caractères propres. D'autres fois les parties altérées forment des espèces de bandes qui s'enfoncent dans le granite, et M. Voltz a remarqué que dans les Vosges ces bandes sont ordinairement traversées dans leur milieu par des filons d'une roche formée de mica plus ou moins mélangé d'autres matières et que les mineurs du pays nomment *minette*. Du reste, l'altération que présente ordinairement le granite des plateaux ne s'étend pas uniformément sur toute la masse ; car on trouve souvent au milieu des parties passées à l'état meuble, d'autres qui ont conservé toute leur cohérence. Ces portions solides ont ordinairement des formes arrondies, et ressemblent aux nombreux blocs qui non-seulement couvrent ordinairement le sol des contrées granitiques et encombrent leurs vallées, qui s'étendent aussi jusqu'à des distances considérables, ainsi que nous l'avons dit en parlant du terrain diluvien. Indépendamment de ces parties, qui paraissent devoir leur conservation à leur nature intime, il est à remarquer encore que les roches granitiques, qui se présentent dans les escarpements, sont généralement moins altérées, et sont plus cohérentes que celles qui se trouvent sur les plateaux. Du reste, les roches granitiques, prises dans des lieux convenables, sont d'une solidité remarquable, et l'on voit à Rome un obélisque fait en Égypte, il y a plus de trois mille ans, et qui depuis lors est exposé aux injures du temps, sans avoir éprouvé d'altération sensible. Cet exemple suffit pour faire sentir les avantages que les arts peuvent retirer de l'emploi des roches granitiques, d'autant plus que leur structure massive permet d'y tailler des morceaux dont le volume n'a d'autres limites que celles des forces que l'industrie humaine peut employer pour les mettre en mouvement.

555. *Minéraux disséminés et gîtes métallifères.* — Le terrain granitique

renferme beaucoup de minéraux particuliers, qui s'y trouvent soit disséminés, soit en veines dans les roches granitiques. Ces minéraux y sont cependant en moins grande quantité que dans le terrain talqueux. Les métaux, surtout, y sont beaucoup plus rares et s'y présentent en veines ou petits filons, souvent intimement liés avec les roches; ils sont quelquefois très-bien réglés, mais ordinairement peu puissants. Les métaux les plus communs dans le granite, sont le titane, l'étain, l'urane, l'arsenic, le molybdène, le scheelin; tandis que l'or, le cuivre et les pyrites y sont très-rares, ou peut-être ne s'y trouvent pas, dit M. Brongniart.

IIe GROUPE. — *Terrain porphyrique.*

556. *Synonymie.* — Le groupe que nous appelons *terrain porphyrique* est formé de systèmes ou associations de roches, dont les principales sont souvent désignées par les noms de *porphyre rouge quartzifère,* d'*ophiolites* ou *serpentines* et de *porphyres noirs,* lesquels mériteraient, peut-être, de former des groupes spéciaux, plutôt que d'autres associations auxquelles nous avons donné ce rang dans notre classification; mais la difficulté de tirer la ligne de démarcation, les incertitudes qui règnent encore sur les relations de plusieurs de ces roches, et leurs rapports de gisement et de structure, nous ont porté à les réunir provisoirement dans un seul groupe *.

* M. de Buch disait, à l'occasion des environs de Lugano (*Ann. des sciences naturelles*, tome XVIII, page 258), que le porphyre rouge quartzifère se lie tellement avec le granite, qu'on doit le considérer comme appartenant à une même formation, tandis que le porphyre noir se distingue nettement de l'un et de l'autre; mais je répéterai à cette occasion que la liaison de deux terrains n'est point un motif suffisant pour n'en faire qu'un seul groupe, et j'ajouterai que ces liaisons ne prouvent même pas, dans les terrains plutoniens, que les deux dépôts aient été formés ensemble ou immédiatement à la suite l'un de l'autre. En effet, ces terrains paraissant en général avoir pris leur place par des injections poussées de bas en haut, leur intercalation mécanique a pu se faire postérieurement à la formation de l'un des dépôts. On conçoit aussi que, quand la matière injectée est d'une nature analogue à celle dans laquelle elle s'introduit, il s'opère bientôt une liaison entre les deux parties; c'est comme si on injectait de la pâte faite avec de la farine de seigle dans un pain de froment à demi cuit; ce qui donnerait un pain de froment avec des veines de pain de seigle. Quant à la circonstance de la séparation tranchée entre le porphyre rouge et le porphyre noir, elle annoncerait seulement, dans ma manière de voir, que, dans cette localité, il y a eu une interruption dans le travail de la nature entre la formation de ces deux dépôts; mais il est à remarquer que ce dernier fait, ainsi que l'antériorité du porphyre rouge sur le porphyre noir, sont maintenant contredits par MM. Studer et Hoffmann (*Bulletin de la société géologique de France*, tome IV, pages 54 et 103), qui rapportent que non-seulement il y a une liaison intime entre les deux porphyres, mais qui annoncent avoir observé dans cette même localité des filons de porphyre rouge dans le porphyre noir; ce qui prouverait que celui-ci est plus ancien que celui-là.

557. *Caractères principaux.*—Les principaux caractères du terrain porphyrique sont l'abondance des roches porphyroïdes et sa tendance à prendre la forme de dykes et de culots qui traversent d'autres dépôts.

558. *Caractères géographiques.* — Le terrain porphyrique est très-commun dans la nature ; mais il recouvre rarement, du moins en Europe, des contrées étendues ; le plus souvent il forme des dykes et des culots plus ou moins puissants ou de petits massifs qui semblent se trouver de préférence dans le voisinage ou dans l'intérieur des massifs granitiques.

Les contrées porphyriques ont, en général, beaucoup de ressemblance avec les contrées granitiques, tant sous le rapport des formes extérieures, qui présentent ordinairement des élévations coniques ou des croupes arrondies, que sous le rapport du peu de fertilité. Il y a même de ces contrées qui sont remarquables par leur aspect de désolation ; ce sont surtout celles où dominent les ophiolites et les granitones, comme dans les Apennins de la Ligurie.

559. *Liaisons avec les autres terrains.* — Les liaisons du terrain porphyrique ont non-seulement lieu avec le terrain granitique, mais aussi avec tous les terrains hémilysiens, et avec la plupart des terrains ammonéens. Du reste, ces liaisons sont plus souvent mécaniques que chimiques, et l'interposition se fait bien plus communément par des dykes et des culots, que par de véritables couches. De nouvelles observations de M. Élie de Beaumont * ont même fait voir que des gîtes de roches porphyriques, que l'on considérait comme de véritables couches, sont des dykes qui suivent, pendant un espace assez long, les joints de stratification qui séparent deux couches. Cependant, nous sommes loin de prétendre que toutes les roches porphyroïdes que l'on trouve dans les terrains granitique, talqueux, ardoisier, anthraxifère, houiller et pénéen, appartiennent à notre terrain porphyrique ; car, de même que la plupart des autres textures se retrouvent dans presque tous les groupes qui composent la croûte solide du globe, la texture porphyroïde peut aussi exister dans plusieurs de ces groupes. Tout ce que nous disons, c'est que, dans l'état actuel de nos connaissances, la subordination des porphyres, des syénites, des diorites, des ophiolites et des roches pyroxéniques dans les terrains hémilysiens et pénéens, n'est pas assez démontrée pour que l'on puisse la donner comme un fait positif, et pour que l'on répartisse ces roches dans les divers groupes de ces terrains.

D'un autre côté, il arrive souvent que les roches neptuniennes qui se trouvent dans le voisinage des porphyres ont des caractères particuliers qui peuvent être considérés comme établissant, jusqu'à un certain point, de véritables liaisons chimiques avec le terrain porphyrique. Ces caractères consistent dans la présence de cristaux de feldspath disséminés dans des roches qui,

* *Ann. des sciences nat.*, tome XV, page 353.

comme le schiste et le calcaire, n'en contiennent pas ordinairement, et dans l'existence de la magnésie, soit à l'état de silicate, soit à celui de carbonate; il y a même des roches calcareuses, telles que la dolomie, l'ophicalce et le cipolin, qui, d'un côté, se lient aux terrains neptuniens, et qui, de l'autre côté, ont tant de rapport avec le terrain porphyrique, que plusieurs géologistes croient devoir les ranger avec ce dernier.

560. *Gîtes métallifères et minéraux disséminés.*—Certaines parties du terrain porphyrique paraissent très-riches en gîtes métallifères, et M. de Humboldt considère plusieurs mines d'or et d'argent d'Amérique comme se trouvant dans le terrain porphyrique. Il semble aussi que l'on peut y rapporter la plupart des gîtes de ces métaux en Hongrie. Mais les liaisons qui existent entre le terrain porphyrique et les terrains granitique, talqueux et ardoisier, ainsi que les idées théoriques qui dominaient lorsque l'on a fait la plupart des observations que l'on possède à ce sujet, laissent encore des doutes sur beaucoup de gîtes métallifères exploités dans le voisinage des roches porphyriques. On suppose aussi, que beaucoup de pierres précieuses que l'on trouve dans les terrains détritique, alluvien et diluvien, proviennent de la décomposition du terrain porphyrique.

561. *Division en trois systèmes.* — Le terrain porphyrique, tel que nous l'entendons, peut être divisé en trois systèmes particuliers, que l'on pourrait désigner par les épithètes de *rouge* ou *quartzifère*, de *vert* ou *ophiolitique*, et de *noir* ou *pyroxénique;* mais il faut éviter de donner à ces noms un sens trop rigoureux, car on conçoit qu'ils indiquent des propriétés trop accidentelles pour qu'elles soient exclusives. D'autant plus, pour ce qui concerne la couleur, que la nature a une grande tendance à présenter l'association des couleurs verte et rouge, ce qui provient probablement de ce que ces deux couleurs résultent également des combinaisons du fer : aussi est-il rare de voir des roches vertes, sans qu'elles ne contiennent des parties rouges, ou sans qu'il n'y ait des roches rouges dans le voisinage; il en est de même des roches rouges par rapport aux parties vertes. D'un autre côté, la couleur noire n'est souvent qu'un vert foncé. C'est notamment ce qui a lieu dans plusieurs roches amphiboliques. On ne doit donc voir, dans ces dénominations, qu'une indication propre à rappeler que le rouge, le vert et le noir, sont les couleurs les plus fréquentes dans chacun de ces systèmes; qu'en outre, le premier contient souvent des grains de quartz, que le second est principalement formé d'ophiolites, et que le troisième renferme souvent du pyroxène; mais, outre que ces caractères ne doivent point être pris exclusivement, nous n'oserions assurer que la division qui en résulte annonce réellement des distinctions géologiques, ainsi qu'on l'a souvent avancé; nous sommes au contraire porté à n'y voir que de simples distinctions minéralogiques.

562. *Terrain porphyrique rouge.* — Le terrain porphyrique rouge est

principalement composé de porphyre rouge quartzifère, et se lie si intimement avec le terrain granitique, qu'on ne peut tirer la ligne de démarcation, ainsi que nous l'avons dit ci-dessus (553). Le même passage a lieu avec la syénite, et il est à remarquer qu'il y a un rapport tout particulier entre la syénite rouge quartzifère et le porphyre rouge quartzifère. Aussi est-il rare que l'on voie l'une de ces roches sans rencontrer l'autre. Du reste, la distinction entre les divers groupes du terrain porphyrique n'est pas encore assez bien établie, pour que nous osions donner avec assurance l'indication des roches que l'on pourrait ajouter au porphyre et à la syénite comme parties constituantes du système qui nous occupe; nous pensons cependant que plusieurs roches feldspatiques et amphiboliques sont dans ce cas, et notamment le diorite, l'eurite, la variolite, le spilite; il est probable que l'on y trouve aussi des roches analogues à celles qui caractérisent les deux autres systèmes, et même quelques-unes des roches qui semblent appartenir plus particulièrement au terrain pénéen, telles que le pséphite.

Le terrain porphyrique rouge se trouve non-seulement intercalé dans le terrain granitique, mais on le rencontre aussi dans tous les terrains hémilysiens et ammonéens; mais, après le granite, c'est avec le terrain pénéen que sa liaison paraît la plus intime, d'autant plus que certaines roches pénéennes, telles que les pséphites et les arkoses, ont à peu près la même nature que les roches porphyriques.

Les roches porphyroïdes que l'on trouve dans les terrains talqueux et ardoisier, paraissent aussi avoir quelques liaisons avec les roches qui composent ces terrains, et l'on y voit quelquefois, ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer, des roches qui appartiennent décidément à ces terrains, et qui, dans le voisinage des porphyres, renferment aussi des cristaux de feldspath. D'un autre côté, les roches porphyriques n'y ont pas toujours les caractères du terrain porphyrique rouge, celles du terrain talqueux appartenant souvent au système ophiolitique, et celles du terrain ardoisier étant communément des diorites où la couleur verte est ordinairement dominante, et qui se rapprochent aussi des ophiolites par les grains de stéatite qui entrent quelquefois dans leur composition; mais, d'un autre côté, ces diorites se rattachent au terrain porphyrique quartzifère par les grains de quartz qu'ils renferment; tel est le cas de ceux de Quenast en Brabant et de Châtel-Audren en Bretagne.

Les porphyres rouges se trouvent fréquemment dans le terrain houiller, mais ils ont moins de liaison avec ce terrain qu'avec ceux dont nous venons de parler. Il en est de même lorsque le terrain porphyrique se trouve intercalé dans les terrains triasique, liasique, jurassique et crétacé.

Parmi les contrées où le terrain porphyrique rouge se trouve abondamment et très-bien caractérisé, nous citerons le versant oriental du plateau central de la France, et notamment les environs de Roanne.

563. *Terrain porphyrique vert. Caractères généraux.* — Le terrain porphyrique vert est, comme nous l'avons déjà dit, principalement caractérisé par la présence des ophiolites; mais les motifs qui nous ont rendu circonspect dans l'indication des roches qui entrent dans la composition du terrain porphyrique rouge, se représentent avec plus de force pour le terrain porphyrique vert. Nous ne pouvons, en quelque manière, citer avec assurance, outre l'ophiolite, que le granitone, qui paraît être un compagnon assez fidèle de l'ophiolite et se trouver absolument dans la même position. Il est probable aussi que plusieurs roches amphiboliques sont dans le même cas; et M. Macculloch * a observé, à Clunie dans le Perthshire, en Écosse, un dyke formé, lorsqu'il traverse des roches schisteuses, de diorite qui passe à l'ophiolite lorsque le dyke entre dans les roches calcareuses. C'est aussi avec le terrain ophiolitique que se trouvent associées les dolomies, les ophicalces, les cipolins et les autres roches calcareuses que nous avons dit que plusieurs géologistes considèrent comme plutoniennes.

Le gisement du terrain ophiolitique a beaucoup de rapports avec celui du porphyre quartzifère; cependant il paraît qu'il forme plus rarement des culots et plus souvent des dykes. Il semble aussi qu'il atteint quelquefois les terrains tériaires, ce qui est plus douteux pour le porphyre rouge. D'un autre côté, les ophiolites paraissent en général ne traverser le terrain granitique que d'une manière tout à fait mécanique, et se lier, au contraire, si intimement avec les systèmes du stéaschiste et du calcaire talqueux, qu'on les considère quelquefois comme subordonnées à ces deux systèmes, et que la plupart des roches qui composent ceux-ci pourraient être envisagées comme des schistes, des quartz et des calcaires plus ou moins imprégnés de l'élément principal des ophiolites, c'est-à-dire, de combinaisons à bases de magnésie.

564. *Terrain ophiolitique des Apennins.* — L'un des gîtes les plus remarquables du terrain ophiolitique, sont les Apennins de la Ligurie et de la Toscane; il y est principalement composé d'ophiolite et de granitone, qui se lient par un grand nombre de passages, et présentent plusieurs variétés, selon que les éléments de ces deux roches sont plus ou moins mélangés, et selon que l'une ou l'autre renferme des principes accessoires; ainsi l'on y voit des ophiolites qui renferment de la diallage, de l'albite, de l'amphibole, du calcaire; de même que l'on y voit du granitone qui renferme des substances talciques et calcareuses.

Dans la partie orientale de cette bande, c'est-à-dire, en Toscane, le terrain ophiolitique paraît assez indépendant, et semble ne pas se lier avec les autres roches dans lesquelles il est intercalé, et qui se composent de jaspes, de calcaires, de marnes, de schistes et de macignos, que nous considérons comme

* *Brewster's Edinburg Journal of sciences*, vol. Ier, page 1.

appartenant aux terrains ammonéens. La position relative de ces terrains a beaucoup occupé les géologistes ; la plupart ont cru que les roches ophiolitiques étaient inférieures aux roches ammonéennes. M. Brongniart a annoncé, au contraire, en 1820, qu'elles étaient supérieures, et il est assez probable que les uns et les autres ont raison, c'est-à-dire que ces roches forment des dykes qui s'élèvent au milieu des terrains ammonéens, en s'étendant quelquefois dessus et dessous.

Dans la Ligurie, le terrain serpentineux se trouve en contact et se lie si intimement avec des stéaschistes, des calschistes talciques, des cipolins, des ophicalces, des dolomies et des calcaires, que l'on considère plusieurs de ces roches comme appartenant au terrain ophiolitique.

565. *Terrain porphyrique noir. Caractères généraux.* — Le terrain porphyrique noir ressemble tellement au terrain porphyrique rouge, que nous ne pouvons, pour ainsi dire, exprimer ses caractères distinctifs et tracer ses limites d'une manière exacte. Ceux de ces caractères sur lesquels on a le plus appuyé, sont l'absence des grains de quartz, la présence des roches pyroxéniques, et notamment du mélaphyre, la tendance à prendre des teintes noires ou grisâtres, à perdre la structure porphyroïde et à se lier, ou du moins à ressembler au terrain basaltique ; mais on sent que des distinctions de ce genre peuvent n'être dues qu'à des circonstances locales, par conséquent ne pas se représenter également sur tous les points du globe. On croit aussi que ce système se trouve en relation avec des terrains plus élevés dans la série. Ainsi, tandis que le porphyre rouge ne paraît pas étendre ses relations au delà des terrains ammonéens, le porphyre noir paraît pousser ses rapports jusqu'aux terrains tériaires ; mais sa grande ressemblance avec le terrain basaltique est cause que souvent on ne sait si telle roche doit être considérée comme appartenant à l'un ou à l'autre de ces groupes.

566. *Terrain porphyrique noir du Palatinat. Caractères généraux.* — Du reste, au lieu de chercher à pousser plus loin une description générale, qui semble nous échapper dès que nous voulons la saisir, nous allons dire quelques mots d'un gîte de roches porphyroïdes qui paraît un des plus puissants de ceux que l'on rapporte au porphyre noir, et qui appartient aux contrées où nous avons déjà pris plusieurs de nos exemples ; c'est celui du Palatinat, qui s'étend au sud de la Nahe, entre le Rhin et la Sarre. Ce gîte présente un grand nombre de belles roches qui passent presque toutes de l'une à l'autre, et dont les mieux caractérisées et les plus communes peuvent être désignées par les noms de porphyre, de spilite et de trapp ; mais on n'a pas encore pu y établir nettement la ligne de démarcation entre ce que l'on peut considérer comme terrain porphyrique rouge, et terrain porphyrique noir.

567. *Porphyre rouge.* — On trouve d'abord aux environs de Kreutznach

un petit massif de porphyre rouge quartzifère que l'on rapporte, sans contradiction, au terrain porphyrique rouge; mais un peu plus au midi se trouve la grosse montagne conique du Donnersberg (76), qui est aussi formée d'nn porphyre rougeâtre ou d'une eurite plus ou moins porphyroïde, qui ressemble beaucoup au porphyre de Kreutznach, mais que l'on a considéré comme porphyre noir, parce que l'on n'y voyait pas de grains de quartz, et parce que l'on observait des passages de cette roche au trapp et au spilite. Cependant M. Steininger a aussi trouvé des grains de quartz dans le porphyre du Donnersberg.

568. *Spilite.* — Le spilite de cette contrée jouit d'une grande célébrité à cause des beaux produits que fournit celui d'Oberstein. Il est ordinairement formé d'une pâte de vake rougeâtre, tirant sur la couleur lie de vin et passant quelquefois à d'autres nuances. Il renferme un grand nombre de noyaux ou de grains plus ou moins ronds de calcaire cristallisé blanc, ordinairement couverts d'une enveloppe de chlorite verdâtre. On y trouve aussi, en forme de noyaux ou de rognons, de belles agates qui donnent matière à un commerce important, et de magnifiques géodes qui font l'ornement des cabinets de minéralogie et où l'on voit briller l'onyx, le jaspe, l'améthyste, le cristal de roche, le calcaire cristallisé, l'harmotome, la chabasie et d'autres substances rares. Cette roche a une grande tendance à se décomposer; les parties superficielles ont ordinairement perdu leur ténacité et se divisent en grumeaux dès les premiers coups de marteau. Toutes les collines qu'elle constitue sont arrondies et recouvertes d'une terre rougeâtre grumeleuse qui provient de cette décomposition.

569. *Trapp.* — Le trapp se présente notamment dans les environs de Kirn et de Tholey sous l'apparence d'une roche homogène dure, sonore, d'un aspect mat, d'une couleur noire, passant au bleu ou au vert foncé, et formant des escarpements qui offrent souvent la cassure en escalier qui lui a fait donner son nom par les minéralogistes suédois. D'autres fois la roche, étant d'une nature plus altérable, se décompose comme le spilite, en laissant de grosses boules cohérentes sur le sol.

570. *Autres roches.* — Les éléments qui composent ces trois espèces de roches donnent naissance, ainsi que nous l'avons dit ci-dessus, à beaucoup d'autres combinaisons, qui ont des noms spéciaux dans notre nomenclature. Ainsi, lorsque la pâte du porphyre ne renferme pas de cristaux visibles de feldspath, ou qu'elle en renferme très-peu, on a de l'eurite; lorsque la pâte du spilite ne renferme pas de noyaux, on a de la vake; lorsque les éléments qui composent le trapp s'isolent, ou lorsqu'ils renferment des cristaux de feldspath, on a de la dolérite et du mélaphyre.

571. *Liaison avec d'autres terrains.* — Peut-être que ces matières passent aussi aux roches amphiboliques, notamment au diorite et à l'aphanite,

18

ce qui établirait un rapport entre ce terrain et quelques masses de diorites qui, à peu de distance, c'est-à-dire, dans les environs de Trèves, percent dans le terrain ardoisier. Il se pourrait également qu'il existât des rapports entre les roches que nous venons de décrire, et les basaltes qui se trouvent aussi dans le terrain ardoisier voisin sous la forme de culots et de dykes; mais nous ne connaissons aucun fait positif à l'appui de ces suppositions. On voit, au contraire, une certaine liaison entre le spilite d'Oberstein et de puissants dépôts conglomérés qui le recouvrent, et que l'on rapporte au système du *todtliegende*. Ces dépôts qui, dans leur partie supérieure, passent au grès pœcilien, sont principalement composés de poudingue et de pséphite, et leurs parties inférieures renferment beaucoup de fragments de spilites empâtés dans une matière qui paraît être une vake altérée.

Les roches porphyriques de cette contrée se trouvent aussi intercalées dans les terrains houiller et ardoisier; mais il paraît qu'elles n'y forment que des dykes, et rien ne prouve jusqu'à présent qu'il y ait une liaison de composition entre ces deux groupes et le terrain porphyrique.

572. *Gîtes métallifères.* — Le Palatinat renferme plusieurs gîtes de métaux; les plus importants sont ceux de mercure, qui est ordinairement à l'état de cinabre; mais le véritable gisement de ce minerai n'est pas encore bien déterminé, et il pourrait appartenir au terrain houiller aussi bien qu'au terrain porphyrique; car il paraît que le mercure se trouve plus intimement lié avec les roches houillères, et notamment avec des calschistes bitumineux, qu'avec les roches porphyriques. Cependant il semble que le mercure ne se trouve que dans des endroits où les roches porphyriques et houillères sont mélangées entre elles. Mais un minerai qui paraît appartenir au terrain porphyrique, c'est celui de manganèse que l'on exploite à Creteních dans le spilite.

IIe ORDRE.

TERRAINS PYROÏDES.

573. *Caractères principaux.* — Quoique les terrains pyroïdes renferment encore beaucoup de parties cristallines, les textures massives et celluleuses y sont plus abondantes que dans les terrains agalysiens; ils nous rappellent souvent les matières pierreuses qui ont été fondues dans nos fourneaux; ils ne nous présentent pas, comme le terrain granitique, des masses qui recouvrent une grande étendue, mais nous les voyons principalement sous la forme de culots, de dykes, et de coulées, qui ne s'étendent pas beaucoup à la surface de la terre, mais qui s'enchevêtrent plus ou moins dans tous les autres terrains sans exception, et qui paraissent se prolonger jusque dans les parties

les plus inférieures de l'écorce solide du globe. D'autres fois ils forment dans le voisinage de ces dykes et de ces coulées des nappes ou des amas plus ou moins épais, mais généralement peu étendus.

574. *Division en groupes.* — Nous divisons ces terrains en trois groupes, qui tirent leurs caractères distinctifs de la prédominance des basaltes, des trachytes et des téphrines, et sur la position relative desquels il serait fort difficile d'émettre une opinion positive, du moins en ce qui concerne les deux premiers, qui sont probablement parallèles.

1er GROUPE. — *Terrain basaltique.*

575. *Caractères principaux.*— Le caractère le plus marqué du terrain basaltique, c'est d'être principalement composé de basalte, accompagné quelquefois d'autres roches pyroxéniques, telles que de la dolérite, de la pépérine, de la vake, etc. Il forme ordinairement des culots ou élévations coniques qui percent au milieu des autres terrains, et qui sont composées d'un assemblage de prismes de basaltes; il se trouve aussi en dykes, en couches, en amas et en coulées.

576. *Gisement et structure.* — Le terrain basaltique recouvre rarement une grande étendue à lui seul, mais il est presque toujours intercalé dans les autres terrains en masses plus ou moins puissantes. Les couches et les amas forment souvent le sommet de plateaux, terminés par des flancs escarpés. Ces couches ou ces amas tiennent quelquefois à un culot dont elles composent le sommet, de sorte que l'ensemble de la masse ressemble à un champignon dont le culot serait le pied, et l'amas superficiel le chapeau. Mais c'est surtout par leur tendance à se subdiviser en prismes réguliers, que les dépôts basaltiques se font remarquer; et leurs escarpements, formés d'innombrables colonnes rangées symétriquement les unes à côté des autres, produisent quelquefois des effets qui, tout en donnant l'idée de monuments d'architecture, surpassent en magnificence tous les travaux des hommes.

Les dykes basaltiques ressemblent souvent à des bancs subordonnés; aussi n'est-ce quelquefois qu'avec beaucoup de peine que l'on reconnaît qu'ils croisent les couches dans lesquelles ils sont intercalés. Ces dykes sont souvent désignés par le nom de *Chaussée des géants,* parce que le basalte, plus résistant que les roches environnantes, se présente comme des espèces de murs ou de chaussées.

577. *Composition.* — Le terrain basaltique, considéré sous le rapport de la texture des roches qui le composent, peut être divisé en deux systèmes: celui des roches massives et cristallines, et celui des roches conglomérées et meubles.

578. *Roches massives et cristallines.* — Les premières sont les plus abondantes, et composent ordinairement les culots et les dykes. Le basalte, qui

en est la roche principale, est, comme nous venons de le dire, communément divisé en prismes; mais il forme aussi des masses d'une étendue considérable, entièrement cohérentes; d'autres fois il se divise en tables ou feuillets assez minces pour que l'on puisse l'employer à couvrir les toits. Le basalte renferme ordinairement des cristaux de diverses substances, surtout de péridot, minéral que l'on a souvent considéré comme caractérisant le terrain basaltique, et comme donnant un moyen de le distinguer des terrains porphyriques, trachytiques et volcaniques.

Le basalte passe quelquefois à la dolérite, c'est-à-dire, à une roche cristalline, composée de pyroxène et de feldspath, laquelle ne diffère probablement du basalte que parce que les éléments qui constituent celui-ci ont pu prendre la texture cristalline.

Il paraît que le basalte passe aussi au spilite; cependant il serait possible que les spilites rapportés au terrain basaltique appartinssent plutôt au terrain porphyrique noir.

On cite aussi, comme entrant encore dans la composition du terrain basaltique, plusieurs roches feldspathiques et albitiques, telles que le trachyte, la perlite, l'obsidienne, le phonolite, la téphrine, etc.; mais ces faits ne sont pas bien constatés, vu la grande liaison qui existe entre ce groupe et les terrains trachytiques et volcaniques.

579. *Roches meubles et conglomérées.* — Les roches meubles et conglomérées du terrain basaltique forment ordinairement des couches ou des amas superficiels autour des collines basaltiques, et sont rarement en dykes; elles se composent principalement de pépérine, de vake et de fragments de basalte, soit conglomérés à la manière des brèches, soit libres.

Ces derniers affectent toutes sortes de formes, et notamment celles de boules. Ils ont souvent une texture celluleuse, et ressemblent à des scories de fourneaux, d'où on les a appelés basalte scoriacé; ce sont souvent des fragments de ce genre qui composent le basalte bréchiforme, lequel passe et se lie intimement au basalte massif; car, lorsque celui-ci est traversé par de nombreuses fissures, il est souvent difficile de le distinguer de celui-là. La pépérine est aussi ordinairement bréchiforme, d'autres fois elle est meuble, sa couleur est souvent le brun-jaunâtre; tandis que les pépérines volcaniques sont plus communément grisâtres, noirâtres ou rougeâtres. Elle paraît n'être quelquefois qu'un basalte altéré et passe à la vake.

580. *Relations avec les terrains granitiques et talqueux.* — Le terrain basaltique se trouve en relation avec presque tous les terrains qui composent l'écorce du globe. Nous venons déjà d'indiquer ses liaisons avec les groupes qui l'avoisinent dans l'ordre de notre tableau de classification, c'est-à-dire, avec les terrains porphyrique, trachytique et volcanique. Nous allons passer successivement en revue celles avec les autres groupes.

Le terrain basaltique se trouve souvent dans le terrain granitique, où il se présente, soit en culots, soit en dykes, soit en amas superficiels; on peut citer, entre autres, l'Auvergne, la Saxe, la Bohême, comme exemples de ce mode de gisement. Ces mêmes contrées présentent aussi les mêmes relations entre le terrain basaltique, le gneisse et le micaschiste. Il est possible que le terrain basaltique ait des relations du même genre avec les autres systèmes du terrain talqueux; mais nous ne pourrions cependant citer d'exemple de basalte bien caractérisé dans le stéaschiste.

581. *Relation avec les terrains ardoisier et anthraxifère.* — L'intercalation du terrain basaltique dans les terrains ardoisier et anthraxifère est très-fréquente, et nous pouvons notamment citer, comme exemples, l'Eifel et le Westerwald, où l'on voit très-souvent les cônes basaltiques s'élever au milieu des roches ardoisières et anthraxifères. Les enfoncements des vallées y font voir que des basaltes qui ne se présentent à la surface des plateaux que comme une espèce de tache, sont le sommet d'un cône puissant dont la profondeur est inconnue, et sur lequel s'appuient les roches ardoisières et anthraxifères.

582. *Relation avec les terrains houillers et ammonéens.* — Le terrain basaltique se trouve également dans le terrain houiller, ainsi que dans tous les groupes ammonéens, et les exemples de ces faits sont si fréquents qu'il serait inutile d'en citer : cependant nous indiquerons le Vivarais comme une espèce de terre classique de l'étude des basaltes, et comme une des contrées où cette roche paraît le mieux prendre la forme de coulées qui s'étendent dans des vallées enfoncées dans le calcaire ammonéen; tel est le gîte de Montpezat, décrit par M. Beudant *. A la vérité, ces coulées basaltiques diffèrent par leur mode de gisement de la plupart des basaltes ordinaires, de sorte que l'on est quelquefois tenté de les rapporter au terrain volcanique; mais, d'un autre côté, la roche qui les compose ressemble tellement aux autres basaltes, qu'il paraît difficile de les en séparer géognostiquement.

583. *Relation avec les terrains nymphéen et tritonien.* — L'intercalation du terrain basaltique, dans les terrains tritonien et nymphéen, ne paraît pas non plus pouvoir être révoquée en doute; car, pour la contester, il faudrait exclure du terrain basaltique deux gîtes de basaltes bien caractérisés et aussi importants par leur masse que par le rôle qu'ils ont joué dans l'histoire de la science.

Le premier se compose des basaltes du Vicentin, contrée dont nous avons déjà parlé (338), où l'on voit non-seulement des masses de basaltes prismatiques intercalées dans le terrain tritonien, mais aussi des couches de pépérines et d'autres roches conglomérées passant plus ou moins au basalte, qui

* Voyage en Hongrie, tome III, page 628.

alternent avec le calcaire tritonien, et dans lesquelles on trouve de temps en temps les mêmes fossiles que dans ce dernier.

Le second se voit en Auvergne, où les basaltes reposent quelquefois sur le terrain nymphéen, dont on voit des fragments dans le basalte.

584. *Altération de quelques roches voisines du basalte.* — On a remarqué que souvent les roches qui se trouvent dans le voisinage du terrain basaltique, diffèrent de leur état habituel, et ont même une nature différente de celle que la même masse présente à une distance plus éloignée. C'est ainsi que les calcaires, surtout les calcaires ammonéens, qui sont en contact avec le basalte, ont souvent une texture plus cristalline, une cassure plus brillante, une pesanteur spécifique plus forte et une plus grande tendance à la translucidité que ceux qui se trouvent à une certaine distance. La houille perd son bitume, passe à l'anthracite, et devient grisâtre. Le lignite devient plus sec, et se divise en petits morceaux cubiques. Les granites ont souvent plus de tendance à se décomposer; les grès sont crevassés, et prennent quelquefois un aspect vitreux. Il paraît même que des schistes argileux se trouvent changés en phtanite et en tripoli. Du reste, ces espèces d'altérations n'ont pas toujours lieu, et on voit souvent des calcaires et des schistes toucher immédiatement au basalte, sans présenter aucune différence avec les parties qui en sont éloignées.

IIe GROUPE. — *Terrain trachytique.*

585. *Caractères principaux.*—Le terrain trachytique est principalement caractérisé par l'éclat vitreux d'une partie des roches qui le composent, et par sa tendance à former des montagnes coniques. Il se lie si intimement avec les terrains volcanique, basaltique et porphyrique, qu'il est souvent très-difficile de le distinguer de ces groupes; il serait possible même, ainsi que nous l'avons déjà dit, que certains systèmes trachytiques ne différassent de certains systèmes basaltiques et volcaniques que par des circonstances minéralogiques plutôt que géologiques : aussi est-on loin d'être d'accord sur la position relative des terrains basaltique et trachytique, que l'on doit probablement considérer comme étant parallèles plutôt qu'ayant une superposition constante *.

* J'avais beaucoup hésité, lors de la première édition de cet ouvrage, sur la place relative à donner aux terrains basaltique et trachytique, et je m'étais décidé pour celle qu'on vient de voir par la considération que l'illustre géologiste qui a, pour ainsi dire, fondé la doctrine des soulèvements, considère les catastrophes qui ont mis les trachytes au jour comme plus récentes que celles qui ont produit le même effet sur les basaltes, et que le jeune savant qui s'est, en quelque façon, approprié l'idée de M. de Buch par les heureux développe-

386. *Caractères géographiques.* — Le terrain trachytique paraît être, en général, moins disséminé dans les autres groupes que le terrain basaltique, mais il forme ordinairement des massifs de montagnes coniques, dont les cimes atteignent quelquefois une hauteur très-considérable; tel est le Chimboraço (183), qui, comme on l'a vu ci-dessus, passait pour la plus haute montagne du globe avant que l'on connût l'élévation des monts Himalaya.

587. *Composition.* — Les roches qui composent le terrain trachytique peuvent, comme celles du terrain basaltique, être divisées, sous le rapport de leur texture, en deux systèmes : l'un composé de roches cristallines et massives; l'autre de roches conglomérées et meubles. Les premières forment ordinairement des masses non stratifiées, et composent presque toujours des montagnes coniques, tandis que les secondes forment ordinairement des couches ou des amas au pied de ces montagnes.

588. *Roches cristallines et massives.* — Les roches cristallines et massives du terrain trachytique consistent principalement en trachyte, en domite, en phonolite *, en perlite, en obsidienne et en ponce; on y trouve aussi des eurites et des argilophyres. Du reste, il est très-difficile de déterminer maintenant toutes les roches qui entrent dans la composition du terrain trachytique, parce que l'on n'est pas encore parvenu à établir, d'une manière bien

ments qu'il lui a donnés, suppose, ainsi que nous le verrons dans le livre suivant, que le déluge historique est le résultat du soulèvement des Andes; mais, d'un autre côté, M. Beudant, le premier auteur qui ait nettement caractérisé les groupes basaltique et trachytique, a adopté l'ordre inverse et a cité quelques points où l'on voit du basalte sur du terrain trachytique, et depuis lors, M. Élie de Beaumont a reconnu (*Ann. des mines,* 3e série, tome III, page 531), qu'au Cantal les trachytes sont recouverts par d'immenses dépôts de basalte; de sorte qu'en dernière analyse je trouve que, dans l'état actuel de nos connaissances, il est mieux démontré qu'il y a du terrain trachytique antérieur au terrain basaltique que de celui-ci antérieur à celui-là, et si la question était encore neuve pour moi, j'adopterais l'ordre de M. Beudant plutôt que celui de M. de Buch; mais comme je pense que ces deux groupes doivent être considérés comme contemporains plutôt que comme successifs, j'ai cru qu'il n'y avait pas de motifs suffisants pour changer l'ordre que j'avais adopté en premier lieu.

* J'avais fait figurer dans ma série des roches (*Min.* 909) l'espèce et le nom de *leucostine,* pour ne pas faire à la méthode de M. Brongniart un changement qui n'était pas absolument commandé par mon système de classification. Depuis lors, on s'est beaucoup occupé de cette roche, et si l'on n'a pas démontré qu'elle constitue une meilleure espèce minéralogique, on lui a au moins donné une grande importance sous le rapport géologique, parce que plusieurs naturalistes, et notamment M. Élie de Beaumont, attribuent à l'apparition de cette roche le relief actuel des Monts-Dores, du Cantal, du Mézin, etc.; opinion contestée par d'autres géologistes. D'un autre côté, le nom de *phonolite* a été seul employé dans toutes les discussions qui se sont élevées à ce sujet; ce qui, joint à sa priorité sur celui de *leucostine,* et même à sa signification, me paraît devoir lui faire donner la préférence.

tranchée, la séparation entre ce terrain et les groupes voisins, et que beaucoup d'observations, dont on est obligé de faire usage, remontent à des époques où l'on n'avait point encore établi de distinctions entre ces groupes.

Indépendamment de leur aspect vitreux, la plupart des roches trachytiques sont remarquables par une âpreté au toucher, qui est l'origine du nom que porte l'espèce principale. Ces roches ont beaucoup de tendance à prendre la texture porphyroïde, et renferment souvent des cristaux de diverse nature, surtout de feldspath vitreux, qui prennent quelquefois de très-grandes dimensions. D'autres fois ces roches ont la structure granitoïde à tel point qu'on en a déjà désigné sous le nom de *granite* et de *laves granitoïdes*. Il y en a, telles que les belles obsidiennes, appelées *miroir des Incas*, qui sont tout à fait compactes.

589. *Roches conglomérées et meubles*. — Les roches conglomérées et meubles sont, en général, composées de fragments de même nature que les roches cristallines et massives; et comme celles-ci sont souvent traversées par un grand nombre de fissures qui leur donnent une apparence bréchiforme, que d'autres fois les roches cohérentes passent par une série de nuances à un état tout à fait meuble, il y a entre ces deux systèmes une liaison telle qu'il est souvent impossible d'établir le point de séparation. Du reste, les roches meubles et conglomérées se trouvent de préférence à l'extérieur des grands dépôts trachytiques, soit qu'elles forment, ainsi que nous l'avons déjà indiqué, des couches au pied des montagnes, soit qu'elles forment une espèce d'enveloppe ou d'écorce à celles-ci.

590. *Gîtes métallifères et minéraux disséminés*. — La présence ou l'absence des dépôts métallifères dans le terrain trachytique est encore un fait douteux, à cause des liaisons et des rapprochements de ce terrain avec le terrain porphyrique. On considère cependant assez communément quelques mines d'or, d'argent et de mercure du Mexique et de la Hongrie, comme formant des filons et des amas dans le terrain trachytique. Mais il serait très-possible que ces dépôts appartinssent plutôt au terrain porphyrique, qui s'y lie intimement avec le terrain trachytique.

Les mêmes motifs laissent aussi des incertitudes sur les autres minéraux particuliers qui peuvent se trouver dans ce terrain. Il paraît d'ailleurs que la liste de ces minéraux se rapproche de celle de ceux du terrain porphyrique; cependant il semble qu'elle est moins nombreuse.

Parmi ces minéraux on distingue notamment les opales, qui sont très-communes en Hongrie.

591. *Division en systèmes du terrain trachytique des Monts-Dores*.— Nous devons, en quelque manière, nous borner à ces notions minéralogiques sur le terrain trachytique, parce que l'étude de ce groupe n'est pas assez avancée pour que l'on puisse y établir de véritables divisions géognostiques.

Cependant M. Fournet a indiqué dans le massif des Monts-Dores, en Auvergne (76), cinq systèmes particuliers *. Le premier, qui est inférieur ou traversé par les autres lorsque ceux-ci sont en contact avec lui **, se compose de trachytes conglomérées et ne forme en général que de faibles dépôts stratifiés. Le second, qui est le plus développé et s'étend notamment en nappes sur les plateaux, se compose de trachyte porphyroïde. Le troisième présente une domite blanchâtre, formant des élévations coniques qui percent au travers des deux premiers systèmes, et constitue les cimes les plus élevées de ce groupe de montagnes. Le quatrième est formé par un trachyte gris, constituant des dykes ou des culots dans le trachyte porphyroïde et des coulées au-dessus de ce dernier. Enfin, le cinquième se compose de phonolite, qui forme dans la partie septentrionale du massif trois élévations coniques ou culots, nommés la roche Sanadoire, la roche Thuillère et la Malviale.

Les Monts-Dores présentent aussi des basaltes, que M. Fournet croit avoir une position intermédiaire entre les trachytes gris et les phonolites, mais que d'autres géologistes considèrent comme venant à la suite de toutes les roches trachytiques.

592. *Rapports du terrain trachytique avec les autres dépôts.* — L'indépendance qu'affecte ordinairement le terrain trachytique, est cause que ses relations avec les autres dépôts s'aperçoivent rarement. On a cependant observé au pied méridional du Cantal (76) que le trachyte traverse et recouvre le terrain nymphéen, et enveloppe même entièrement des fragments et des amas de ce dernier. Le trachyte y est à son tour recouvert par une assise de basalte, qui entoure la montagne comme un manteau, mais qui est déchirée par les vallées qui sillonnent les flancs de cette grosse masse conique, et surtout par une espèce de cirque qui se trouve vers le sommet et qui forme le point de départ de quelques-unes de ces vallées. Au milieu de ce cirque on remarque quelques pics de phonolites, qui semblent former les sommités d'un énorme culot de cette roche, sur les relations de laquelle on n'est pas plus d'accord que sur celles des phonolites des Monts-Dores (591), les uns, notamment M. Élie de Beaumont, la considérant comme supérieure aux basaltes, et les

* Annales des mines, 3e série, tome V, page 237. Je regrette beaucoup de ne pas avoir vu, jusqu'à présent, la seconde partie de cet excellent travail, qui m'eût mis dans le cas de présenter ici une description complète de ce gîte important de terrain trachytique.

** M. Fournet fait observer, à cet égard, que, indépendamment de ce qu'il appelle les véritables conglomérats trachytiques, qu'il regarde comme le premier terme des éjaculations pyroïdes des Monts-Dores, il y a dans ces montagnes d'autres roches bréchiformes d'une époque beaucoup plus récente et qui se composent de fragments de roches trachytiques, réunies par des concrétions formées par les eaux minérales.

autres, notamment M. Desgenevez, la considérant comme placée entre ces derniers et les trachytes.

593. La liaison des trachytes du Cantal avec le terrain nymphéen, annonce qu'on peut aussi les trouver dans les mêmes rapports avec les autres terrains tériaires, ainsi qu'avec tous les terrains ammonéens, hémilysiens et agalysiens.

D'un autre côté, M. Beudant annonce qu'en Hongrie on voit des conglomérats trachytiques recouverts par du macigno tritonien ; mais ce fait, annoncé avant les observations indiquées ci-dessus, mérite d'être revu avec soin, afin de s'assurer si cette superposition, qui paraît n'avoir été observée que sur les bords des massifs, ne serait pas le résultat de quelques circonstances accidentelles, plutôt qu'une véritable position générale, commune aux deux masses.

IIIe GROUPE. — *Terrain volcanique.*

594. *Caractères principaux.*—Le terrain volcanique qui se trouve ordinairement dans le voisinage des terrains trachytique et basaltique, a tant de ressemblance avec ceux-ci, qu'il est souvent très-difficile de les distinguer; aussi cette distinction doit-elle se faire par un ensemble de circonstances plutôt que par des caractères positifs. Les principales de ces circonstances sont : la présence au sommet des élévations coniques composées de ce terrain, d'une cavité en forme de bassin ou de coupe, que l'on nomme *cratère ;* la tendance des roches massives ou cristallines à prendre la forme de coulées; l'abondance des téphrines et de quelques minéraux qui, comme l'amphigène, n'ont pas encore été rencontrés dans d'autres groupes, et la fréquence des dépôts meubles formés de fragments de roches feldspathiques, albitiques et pyroxéniques.

595. *Caractères géographiques.* — Les massifs volcaniques ont, en général, moins d'étendue que ceux de terrain trachytique, et quoiqu'ils soient ordinairement disposés par groupes ou par chaînes, la continuation du terrain volcanique y est presque toujours interceptée, surtout par des dépôts basaltiques et trachytiques. Ils ont, ainsi que ces deux terrains, beaucoup de tendance à former des élévations coniques qui atteignent quelquefois une très-grande hauteur; mais qui, d'autres fois, ne constituent que de petites éminences.

596. *Composition.* — Les roches qui composent le terrain volcanique peuvent, comme celles des terrains trachytiques et basaltiques, se diviser, sous le rapport de leur texture, en deux systèmes particuliers : l'un, composé de roches massives et cristallines; l'autre, de roches meubles et conglomérées.

597. *Laves.* — Les premières, que l'on désigne ordinairement par le nom

de *laves*, ont, assez généralement, la forme de coulées qui, le plus souvent, partent d'un point quelconque d'une élévation conique, et s'étendent plus ou moins loin en suivant la pente du sol; ces roches se trouvent aussi en fragments de diverses grosseurs.

Elles appartiennent le plus communément à l'espèce téphrine (*greystone* de M. Poulett-Scrope), qui a ordinairement une structure celluleuse, et qui renferme quelquefois une si grande quantité de cristaux, qu'elle prend la structure porphyroïde ou granitoïde. Les plus fréquents et les plus caractéristiques de ces cristaux sont l'amphigène, mais on y voit aussi très-souvent du pyroxène, du feldspath, de l'albite, ainsi que beaucoup d'autres minéraux particuliers et des fragments de roches de diverses espèces qui se trouvent enveloppés dans la pâte de téphrine. La ténacité de cette roche, jointe à la légèreté que lui donne la grande quantité de cavités dont elle est ordinairement criblée, la rendent propre à beaucoup d'usages économiques. On la recherche, notamment, pour faire des carreaux, des meules de moulin, etc.

Diverses circonstances annoncent de véritables passages de la téphrine avec le phonolite, le basalte, la ponce, la perlite, l'obsidienne, le trachyte et la plupart des autres roches pyroxéniques, albitiques et feldspathiques; mais il n'est point encore bien démontré jusqu'à quel point ces diverses roches peuvent être considérées comme appartenant au terrain volcanique plutôt qu'aux terrains trachytique et basaltique.

598. *Roches conglomérées et meubles.* — Les roches conglomérées et meubles forment des masses non stratifiées, des amas superficiels et des couches régulières; elles composent le plus communément la majeure partie des élévations coniques surmontées par les cratères, et d'où partent les coulées de laves. Ces élévations forment souvent comme une espèce de centre, d'où la puissance du terrain volcanique va toujours en diminuant; aussi, quand les dépôts volcaniques s'étendent à une certaine distance de ces élévations, ils ne forment ordinairement que des couches très-minces. On remarque aussi que le volume des fragments qui composent ces dépôts va toujours en diminuant à partir de ces centres. Les dépôts qui en sont éloignés ne présentent, en général, que des masses terreuses ou arénacées que l'on appelle vulgairement *cendres volcaniques;* tandis que dans le voisinage des cratères on voit une grande quantité de fragments d'un volume très-considérable qui, en général, ont la forme et la structure celluleuse des scories qui se forment dans nos fourneaux. Ces roches appartiennent principalement à l'espèce pépérine; il en est qui sont très-recherchées dans les arts pour faire des mortiers, telle est celle connue en Italie sous le nom de *pouzzolane.*

On donne dans l'Amérique méridionale le nom de *moya* à un dépôt de ce genre, remarquable parce qu'il contient une assez grande quantité de charbon pour que les habitants du pays l'emploient comme combustible.

599. *Minéraux sublimés.*—Indépendamment des minéraux ou des roches qui se trouvent empâtés dans le terrain volcanique sous la forme de cristaux et de fragments, on en voit aussi assez souvent qui s'y trouvent disposés d'une manière analogue aux sublimations qui se font dans les cheminées de nos fourneaux : ce sont notamment du soufre, du réalgar, du selmarin, du salmiac, de la sassoline, etc.

600. *Relations avec les terrains neptuniens.* — Le terrain volcanique traverse et recouvre tous les terrains neptuniens, mais il en est tout à fait indépendant et ne se lie avec aucun, sauf que ses roches conglomérées et meubles se lient avec les terrains modernes. On a dit cependant que ces roches se liaient aussi avec des dépôts tériaires, mais cette circonstance est loin d'être constatée, et il paraît que les faits sur lesquels on a voulu l'appuyer, se rapportaient aux terrains porphyrique, basaltique et trachytique.

601. *Gîtes principaux.* — Il serait beaucoup trop long d'indiquer ici tous les lieux où l'on a observé du terrain volcanique; nous nous bornerons, en conséquence, à citer l'Eifel, l'Auvergne, le Vésuve et l'Etna.

LIVRE III.

DE LA GÉOGÉNIE.

602. *But de la Géogénie.*— La géogénie a pour but l'étude des phénomènes qui ont tendu et qui tendent encore à modifier la nature, la forme, la position ou la température des matériaux qui composent le globe terrestre *.

Nous diviserons ce livre en trois chapitres, dont le premier aura pour but l'indication des principaux phénomènes qui ont lieu actuellement; le second, la recherche des circonstances d'une dernière catastrophe, que nous supposons avoir produit des effets beaucoup plus violents que ceux que nous voyons aujourd'hui; et le troisième, la recherche de ce qui s'est passé avant cette dernière grande catastrophe.

* On a souvent restreint la géogénie à l'étude hypothétique de l'origine de notre globe; mais en limitant la géognosie et la géographie de la manière indiquée dans les deux livres précédents, la géogénie s'enrichit de l'étude d'un grand nombre de phénomènes et de faits positifs. Au surplus, il est inutile de faire remarquer ici que je considère comme étrangères à la véritable géologie les considérations cosmogoniques qui nous font remonter à un état de choses antérieur à celui dont la nature nous offre les dernières traces.

CHAPITRE PREMIER.

DES PHÉNOMENES GÉOLOGIQUES QUI ONT LIEU ACTUELLEMENT.

603. *Division des phénomènes actuels.* — Les phénomènes géologiques qui ont lieu actuellement, peuvent se diviser en deux catégories principales, selon qu'ils se passent d'une manière analogue à ce que les chimistes appellent *par la voie humide* ou *par la voie sèche*, ou en d'autres termes, selon que les agents qui semblent concourir à leur développement, sont l'eau ou le feu; d'où on les a distingués par les épithètes d'*aqueux* ou *neptuniens* et d'*ignés* ou *plutoniens*.

604. *Phénomènes aqueux.* — Les premiers peuvent se subdiviser en *phénomènes physiologiques, mécaniques* et *chimiques*, en donnant à ces dénominations un sens relatif plutôt qu'absolu.

605. *Phénomènes physiologiques.* — Nous désignons les *phénomènes* qui donnent naissance aux terrains madréporique et tourbeux par l'épithète de *physiologiques*, parce que ces dépôts doivent leur origine à l'action des êtres vivants, soit *animaux*, soit *végétaux*.

606. *Formation du terrain madréporique.* — On a déjà vu que le terrain madréporique était composé de la partie solide de polypes appartenant principalement à la famille des madrépores. Ces petits animaux travaillant en société dans les mers équinoxiales, finissent par donner naissance à des masses pierreuses considérables. Il ne paraît pas cependant que ces masses puissent atteindre, ainsi qu'on a été porté à le croire, une épaisseur indéterminée, car les madrépores doivent cesser leurs travaux, ou plutôt doivent cesser d'exister aussitôt qu'ils ont atteint la surface de la mer; et comme ils ont besoin de sentir les effets de la lumière pour vivre, ils ne peuvent pas s'établir à une profondeur arbitraire. MM. Quoy et Gaimard pensent même que les espèces du genre astrée, les seules susceptibles de couvrir des espaces considérables, ne peuvent commencer leurs constructions à plus de dix mètres de profondeur. Elles ne peuvent pas non plus s'étendre indéfiniment

dans tous les sens, car les madrépores ne peuvent exister sur les endroits exposés à l'action des courants ou à celle des vagues. Quant aux débris inorganiques ou organiques, qui se trouvent dans la masse principale, et qui ne proviennent pas des polypes qui ont construit celle-ci, on conçoit qu'ils doivent leur origine soit au mouvement des eaux, soit à l'habitude où sont un grand nombre d'animaux marins de s'attacher sur d'autres corps, et d'y terminer leur existence.

Pour ce qui est des masses madréporiques que l'on a observées dans certaines îles de l'Océanie à un niveau supérieur à celui de la mer, il y a tout lieu de croire que le sol de ces îles a été soulevé par l'action des volcans. Phénomène que nous verrons tout à l'heure s'être déjà passé sous les yeux des hommes.

607. *Formation du terrain tourbeux.* — Nous avons déjà dit que quand la tourbe n'était pas encore bien formée, on reconnaissait aisément qu'elle n'est composée que de végétaux. Mais les plantes que l'on y distingue le mieux ne sont pas celles qui concourent le plus à sa formation, celles-ci étant en général des sphaignes, des conferves et d'autres petites plantes vivant au milieu des eaux, et dont la faible organisation se détruit facilement.

La tourbe ne se forme pas indifféremment dans toutes les eaux. Il y a des marais qui en sont remplis, et d'autres qui n'en présentent aucune trace; de sorte qu'il est évident que ce n'est que sous des conditions particulières qu'elle peut être produite. En général, il ne s'en forme pas dans les eaux courantes, ni dans les masses d'eaux stagnantes profondes. Il ne s'en fait pas davantage dans les flaques d'eau qui peuvent se dessécher pendant l'été, ni dans les eaux qui renferment des sels en dissolution.

On n'a pas des données très-positives sur le temps qu'il faut pour former de la tourbe, et par conséquent sur l'âge des tourbières. Les médailles que l'on a trouvées à de grandes profondeurs dans la tourbe, ont fait supposer que cette formation se faisait très-rapidement; mais la mollesse que conservent presque toujours les dépôts tourbeux, la facilité avec laquelle ils se laissent traverser par des corps pesants, prouvent que ces corps peuvent s'y enfoncer à de grandes profondeurs, et se trouver par conséquent dans des dépôts beaucoup plus anciens que ceux dans lesquels ils sont tombés originairement.

Les expériences les plus directes qui ont été faites sur la production de la tourbe, sont celles de M. Van Marum, qui a constaté qu'en moins de cinq ans il s'est formé plus d'un mètre de tourbe dans un bassin à Harlem. Du reste, la circonstance que l'on retrouve, au bout d'un certain temps, de la tourbe dans un endroit où elle avait été enlevée, ne prouve pas que ce laps de temps ait suffi pour sa formation, car l'état de mollesse dans laquelle se trouve presque toujours la tourbe, lui fait partager, jusqu'à un certain point, la

faculté qu'ont les liquides de remplir les vides formés à un même niveau.

608. *Phénomènes mécaniques.*—Les *phénomènes* que nous considérons comme *mécaniques* peuvent aussi se subdiviser en deux catégories, selon qu'ils agissent sur les fluides ou sur les solides qui composent le globe terrestre. Parmi les premiers, nous ne nous occuperons pas ici de ceux relatifs à l'évaporation et aux météores, dont l'étude appartient à la physique et à la météorologie; mais nous nous bornerons à dire quelques mots des mouvements des eaux, que nous envisagerons en premier lieu sur les terres, et ensuite dans les mers.

609. *Mouvements des eaux sur les terres.* — Lorsque les eaux météoriques arrivent à la surface de la terre, elles se divisent ordinairement en deux portions, l'une qui s'enfonce dans le sol, l'autre qui s'écoule à la surface, en suivant le sens des pentes, et qui finit par se rendre à la mer, si l'évaporation ou d'autres obstacles ne l'arrêtent dans son cours.

610. *Fontaines.* — Les eaux qui s'introduisent dans le sol s'écoulent à travers les pores, les joints et les cavités qui se trouvent dans l'écorce du globe, reparaissent au jour par les *fontaines*, et se rendent également dans la mer, lorsqu'elles ne sont point arrêtées dans leur cours. Mais le phénomène des sources n'est pas toujours aussi simple qu'il le paraîtrait d'après cet exposé; car l'on voit quelquefois des fontaines qui donnent plus d'eau que ne semble en avoir reçu le sol qui lui est supérieur, et l'on doit supposer qu'il se passe dans les canaux intérieurs par où s'écoulent les eaux, des phénomènes semblables à ceux que la physique nous montre dans les tubes capillaires, dans les siphons et dans les jets d'eau artificiels.

C'est aussi ce qu'annonce le phénomène des fontaines intermittentes, qui s'explique par la théorie des siphons d'une manière si satisfaisante, que les physiciens sont parvenus à l'imiter artificiellement.

Du reste, le nombre des fontaines et le volume d'eau qu'elles fournissent dépend non-seulement de la quantité de ce liquide que les phénomènes météoriques versent sur la contrée, mais aussi de l'élévation, de la forme, de la structure et de la nature du sol. C'est ainsi que les neiges et les glaces qui s'accumulent l'hiver sur les hautes montagnes et qui se fondent, d'une manière plus ou moins lente, soit par l'effet de la chaleur intérieure, qui agit presque constamment sur la partie inférieure de ces dépôts, soit par la chaleur solaire, qui agit pendant l'été à leur surface, entretiennent continuellement des sources ou des courants d'eau autour de ces montagnes. Un effet analogue est aussi produit par la présence de la végétation, qui paraît exercer une action attractive sur les vapeurs et qui d'ailleurs facilite l'imbibition des eaux pluviales. On remarque également que les montagnes granitiques sont presque toujours arrosées par une infinité de petites sources, ce qui provient de ce que l'intérieur des dépôts granitiques, consistant ordinairement en une

grande masse cohérente, dont l'extérieur est très-fendillé et entouré de parties désagrégées qui passent à l'état arénacé, les eaux météoriques s'imbibent aisément à la surface du sol et sont bientôt arrêtées par la masse intérieure. Dans les montagnes formées de calcaire très-cohérent, les fontaines sont rares, mais souvent très-considérables, parce que l'eau ne peut s'y imbiber et qu'elle s'écoule à travers les joints et les fentes, qui se prolongent à de grandes distances et qui aboutissent souvent à de vastes cavernes, qui forment de grands réservoirs souterrains. Dans les pays formés de couches horizontales, dont les unes sont facilement traversées par les eaux et dont les autres sont à peu près imperméables, on est presque toujours certain de voir des sources jaillir des flancs des collines au niveau des couches imperméables, et de trouver de l'eau lorsque, sur les plateaux ou dans les plaines, on enfonce des puits jusqu'à ce niveau. Dans les pays en couches inclinées, la présence des sources est aussi irrégulière que la stratification; et, tandis que certaine pente d'une colline offrira des sources, la pente opposée n'en présentera aucune, aussi en creusant dans un lieu on trouvera de l'eau, tandis qu'à quelques pas plus loin on n'en trouvera pas.

611. *Fontaines artésiennes.* — Un autre phénomène remarquable est celui des *fontaines* dites *artésiennes*, parce que l'Artois paraît être la première contrée de l'Europe où l'on en ait fait usage. Ce phénomène consiste en ce qu'en perçant un trou de sonde dans certaines localités qui quelquefois ne paraissent dominées par aucun autre lieu, on voit, lorsqu'on est parvenu à une profondeur qui varie selon les circonstances, jaillir un filet d'eau qui s'élève au-dessus du sol.

Parmi les explications de ce phénomène, l'une des plus ingénieuses est celle donnée par M. Héricart de Thury *: elle consiste dans la supposition que, dans des couches qui se prolongent avec une certaine inclinaison d'un lieu vers un autre, il y a une cavité ou un banc perméable intercalé entre des bancs imperméables. On conçoit alors que le banc perméable ou la cavité produira le même effet que les tuyaux des jets d'eau artificiels, de sorte que, si l'on y adapte un tuyau vertical, l'eau tendra à s'élever dans ce tuyau à une hauteur égale à celle du point où la couche perméable se trouvera en communication directe avec un dépôt d'eau. Appliquant cette théorie au bassin de Paris, dont nous avons fait connaître la constitution géognostique, on concevra aisément que le prolongement des marnes argileuses jurassiques de la Bourgogne sous le terrain crétacé, pourrait faire jaillir de l'eau au sommet des plus hautes collines des environs de Paris, c'est-à-dire, à une hauteur moindre que celle où les marnes se montrent au jour dans la Bourgogne. Jusqu'à présent cette

* Considérations géologiques et physiques sur la cause du jaillissement des eaux des puits forés ou fontaines artificielles, etc.

théorie paraît suffisante pour expliquer les puits artésiens qui ont réussi, mais on ne peut disconvenir que non-seulement on n'a pu la prouver par aucune observation directe, mais qu'il répugne d'admettre cette communication des eaux à une distance quelquefois très-considérable à travers des matières dont la contiguïté est toujours plus ou moins interrompue par des failles et des crevasses.

M. Passy * a présenté de son côté une autre hypothèse qui n'est pas plus démontrée, ni moins sujette à des difficultés, mais qui ferait rentrer le phénomène des fontaines artésiennes dans un ordre de faits plus général. Cet auteur suppose que toutes les couches minérales sont généralement, mais inégalement, saturées d'eau, et que la pression des couches supérieures sur les couches inférieures, jointe au phénomène connu en physique sous le nom de capillarité, détermine, dans le cas de la perforation par un tuyau étroit, l'ascension de l'eau dans ce tuyau.

Nous aurons au surplus l'occasion de faire remarquer, dans le reste de ce chapitre, que les eaux qui circulent dans l'intérieur de l'écorce de la terre y éprouvent d'autres actions que celles des forces mécaniques.

612. *Seiches.* — On voit quelquefois les eaux des lacs s'élever et s'abaisser subitement et alternativement pendant quelques heures. Ces phénomènes, qui sont ordinairement peu sensibles, se remarquent d'une manière très-prononcée à l'extrémité occidentale du lac de Genève, où on les désigne par le nom de *seiches*. Ils ont lieu dans toutes les saisons et à toutes les heures du jour; mais ils sont en général plus fréquents au printemps et en automne, et c'est dans les mois de juillet et d'août, ainsi que dans le commencement de septembre, que les eaux s'élèvent à la plus grande hauteur, sans néanmoins atteindre une élévation de deux mètres au-dessus de leur niveau ordinaire. Les seiches sont ordinairement en rapport avec l'état plus ou moins pluvieux de l'atmosphère, car elles sont plus considérables lorsque le temps est à l'orage et le baromètre bas, que par un temps calme.

Il paraît que l'on peut attribuer l'origine de ce phénomène à la pression inégale que les différentes colonnes de l'atmosphère exercent sur l'eau. On conçoit, en effet, que, si une colonne d'air devient plus pesante que celles qui l'avoisinent, la pression déterminera à l'instant l'élévation du niveau des eaux qui se trouvent sous les colonnes moins pesantes, et si, comme à Genève, ces eaux sont resserrées dans un canal beaucoup plus étroit que la surface de celles qui supportent une pression plus forte, l'élévation pourra devenir assez considérable. Une autre cause se joint à celle qui vient d'être indiquée pour augmenter cet effet à Genève, c'est l'écoulement des eaux par le canal qui forme l'extrémité occidentale du lac; car, la pression pouvant

* Description géologique du département de la Seine-Inférieure, page 291.

donner aux eaux une impulsion tendant à leur faire prendre une direction différente de celle de leur écoulement, celui-ci sera retardé, et il y aura accumulation.

613. *Mouvements des mers.* — Les mouvements qui se passent dans les mers peuvent se diviser en *mouvements constants* et en *mouvements accidentels*, selon qu'ils doivent leur origine à des causes permanentes qui agissent d'une manière constante sur le globe, ou à des causes passagères qui ne se renouvellent que dans certaines circonstances particulières. Parmi les premières, on doit principalement distinguer ceux connus sous les noms de *marées* et de *courants*.

614. *Marées.* — La *marée* est un mouvement qui porte les eaux de l'Océan à s'élever vers les côtes pendant environ six heures, et à redescendre pendant six autres heures. Le mouvement d'ascension s'appelle le *flux*, celui de descente le *reflux*; le moment où l'eau est la plus élevée s'appelle *mer pleine*, et celui où elle est la plus basse se nomme *basse mer*. La durée, l'époque et la puissance des marées sont sujettes à beaucoup de variations. En général, on compte que deux marées complètes embrassent un intervalle de vingt-quatre heures cinquante minutes vingt-huit secondes, c'est-à-dire que ce temps est égal à celui qui s'écoule entre deux passages de la lune à un même méridien; aussi le moment de la mer pleine correspond-il à peu près à ceux du passage de la lune au méridien du lieu et au méridien opposé. Enfin, dans un même lieu, la marée est généralement plus forte à mesure que la lune approche de la terre, c'est-à-dire, lorsqu'elle est à son périgée, et plus faible lorsqu'elle s'en éloigne, c'est-à-dire, lorsqu'elle est à son apogée; d'où il résulte que l'on peut calculer, d'après les mouvements de la lune, les principales circonstances de la marée dans un même lieu; et, comme ces circonstances sont très-importantes pour la navigation, on a soin de faire ces calculs et de les publier pour chaque port, de même que l'on calcule le moment du lever et du coucher du soleil et de la lune.

Cette coïncidence des mouvements de la marée avec ceux de la lune est une preuve incontestable que ce phénomène est dû à l'action attractive de la lune sur les eaux. Le soleil exerce aussi une influence à cet égard, car les marées augmentent davantage lors des équinoxes, et sont aussi plus fortes aux époques des nouvelles et des pleines lunes, c'est-à-dire, quand le soleil et la lune sont en conjonction et en opposition, qu'au premier et au dernier quartier.

Du reste, les règles générales que nous venons d'indiquer sont sujettes à beaucoup de variations, qui s'expliquent par les circonstances locales. C'est ainsi que le moment de la mer pleine arrivera après le passage de la lune au méridien, lorsque le mouvement général des eaux se trouvera arrêté par des obstacles placés sur le passage. C'est ainsi que, dans un immense océan,

comme celui qui baigne l'île d'Otahity, la puissance de la marée ne sera que de 3 décimètres, tandis qu'elle sera de 15 et même de 22 mètres dans des lieux comme Saint-Malo et la baie de Fundy, où les eaux se trouvent refoulées entre des côtes qui forment comme une espèce d'entonnoir. C'est ainsi que la marée sera à peu près insensible dans des mers intérieures, comme la Baltique et la Méditerranée, qui, ne comuniquant avec l'Océan que par des détroits très-resserrés, ne peuvent ressentir l'influence de ses mouvements.

615. *Barres.* — L'embouchure de plusieurs fleuves présente souvent un phénomène particulier, qui consiste en ce qu'au moment du flux, une ou plusieurs vagues, quelquefois très-élevées, s'avancent avec impétuosité contre les eaux du fleuve, et les font refluer à des distances souvent très-grandes. Ce phénomène, que l'on désigne dans plusieurs lieux sous le nom de *barre*, paraît être le résultat de l'engorgement qui a lieu dans un canal resserré et de la résistance qu'opposent, au courant du fleuve, des sables amoncelés à son entrée et retenant le flux pendant quelque temps.

616. *Courants.*—Outre les mouvements en sens opposé du flux et du reflux, on remarque que certaines parties de la mer se meuvent d'une manière presque constante dans un sens déterminé, tandis que d'autres contiguës sont en repos ou sont mues dans un sens quelquefois opposé. Ces mouvements, qui s'appellent des *courants*, ressemblent à des fleuves qui coulent avec plus ou moins de vitesse au sein des mers.

Le plus étendu et en même temps le plus constant des courants est celui que l'on appelle *courant équatorial*, et qui imprime à presque toutes les mers de la zone torride un mouvement général dans la direction de l'est à l'ouest.

D'autres courants généraux, que l'on appelle souvent *courants polaires*, ont lieu des pôles vers les mers équatoriales.

Ces derniers courants paraissent dus à ce que, l'évaporation étant plus forte sous la zone torride que sous les zones glaciales et tempérées, il doit y avoir un mouvement constant des eaux des pôles vers l'équateur pour réparer les effets de cette perte.

D'un autre côté, comme plus les molécules placées vers la surface de la terre approchent des pôles, moins le cercle qu'elles décrivent dans le mouvement diurne est considérable, il en résulte que ces molécules, en avançant vers l'équateur, sont toujours, pendant un certain temps, animées d'une vitesse de rotation moindre que celle que comporte la position où elles se trouvent; de sorte que ces molécules semblent animées d'un mouvement contraire à celui de la marche de la terre, c'est-à-dire, de l'est à l'ouest. D'où il résulterait que le grand courant équatorial aurait une cause analogue à celle des vents alizés ou vents d'est, qui règnent généralement dans les mers de la zone torride (*Mét.* 112). Peut-être aussi que ces vents, qui soufflent dans la même

direction que le courant équatorial, donnent plus ou moins lieu à ce phénomène.

Du reste, on sent que la direction de ces courants généraux subit des déviations plus ou moins fortes, occasionnées par les obstacles contre lesquels ils viennent frapper. En effet, lorsque les eaux rencontrent des terres découvertes et des fonds élevés, au lieu d'obéir à l'impulsion dont elles étaient animées, elles prennent d'autres directions, selon la nature des obstacles, et peuvent même être repoussées dans un sens contraire à leur direction primitive. De sorte que l'on peut rencontrer un courant dirigé de l'ouest à l'est, qui ne serait qu'une modification du courant équatorial, dont le caractère primitif est d'aller de l'est à l'ouest. Ces directions déviées sont, de leur côté, dans le cas d'être modifiées par d'autres obstacles, ce qui fait que les mouvements généraux de l'est à l'ouest et du pôle à l'équateur peuvent donner naissance à des courants partiels qui varient à l'infini.

On donne le nom de *contre-courants* ou de *remous* aux courants qui marchent dans un sens opposé à un autre courant qui se trouve à côté, soit que le contre-courant résulte de la rencontre de deux courants qui avaient des directions différentes, soit qu'il provienne d'un même courant repoussé, en tout ou en partie, dans un sens contraire à sa direction primitive. Quelquefois les courants reviennent sur eux-mêmes en tournoyant; c'est ce qu'on appelle des *tournants d'eau;* phénomène qui est très-dangereux pour les vaisseaux qui se laisseraient attirer dans cette espèce de tourbillon.

On a remarqué également que, dans un même lieu, les eaux de la mer n'étaient point animées des mêmes mouvements à diverses profondeurs, mais que la partie supérieure pouvait couler dans un sens, tandis que la partie inférieure coulait dans un sens différent, ou était stationnaire.

Il y a aussi des courants dont l'origine paraît être tout à fait indépendante du courant équatorial et du courant polaire, tel est celui qui traverse le détroit de Constantinople, et qui paraît avoir pour cause la circonstance que, les fleuves qui se jettent dans la mer Noire y amenant plus d'eau que l'évaporation n'en enlève, cette mer doit verser son trop plein dans la Méditerranée. Aussi M. Andréossy considère-t-il ce courant comme une continuation du cours des fleuves qui traversent la mer Noire pour se rendre dans la Méditerranée.

Une grande partie de l'art de la navigation étant fondée sur la connaissance de ces courants, les marins étudient avec soin leur direction ainsi que leur vitesse, et indiquent ces circonstances sur leurs cartes. L'un des plus remarquables de ces courants partiels est celui qui sert à la traversée entre l'Europe et l'Amérique, et qui est connu, dans le golfe du Mexique, sous le nom de *Gulfstream.* M. de Humboldt estime la longueur du trajet parcouru par ce courant à 1,800 myriamètres, et il compte que l'eau emploie deux ans et dix mois à le faire.

617. ***Mouvements accidentels.*** — Les ***mouvements accidentels*** doivent principalement leur origine à des phénomènes météoriques ou à des mouvements du sol ; mais nous ne parlerons pas ici de ces phénomènes, l'étude des premiers appartenant à la météorologie, et les causes des seconds devant être indiquées à la fin de ce chapitre : nous nous bornerons à dire que ces mouvements accidentels sont souvent dans le cas de modifier plus ou moins les mouvements permanents, et que, quand, par exemple, la direction de vents impétueux coïncide avec une époque de haute marée, il en résulte quelquefois des inondations et des invasions de la mer dans les terres.

618. ***Phénomènes qui agissent sur les solides.*** — Si nous passons maintenant aux phénomènes qui agissent sur l'écorce solide du globe, nous verrons que les eaux, les météores et les travaux de l'homme exercent sur cette écorce une action destructive, qui ordinairement ne change pas la nature des masses attaquées, mais qui les réduit en fragments de divers volumes et qui transporte quelquefois ces débris dans d'autres lieux.

619. ***Formation des terrains détritique et alluvien.*** — C'est à cette action que sont principalement dus les dépôts que nous avons désignés par les épithètes de détritiques et d'alluviens; du reste, ces deux groupes ne diffèrent que par leur mode de formation. Lorsque les roches se décomposent sur place et que leurs débris ne sont pas transportés, ou bien lorsque l'homme désagrége des roches cohérentes, ou ajoute. à des dépôts naturels, d'autres substances propres à les rendre fertiles, il se fait du terrain détritique; et, quand les eaux transportent ces débris dans un autre lieu, il se forme du terrain alluvien.

Ces opérations sont tellement simples, et nous sommes si souvent dans le cas de les voir se passer sous nos yeux, qu'il est inutile d'entrer dans beaucoup de détails à leur égard. Du reste, on sent que le plus ou le moins d'importance de leurs résultats dépend de causes accidentelles; ainsi un escarpement coupé dans une roche meuble ou altérable s'éboulera de manière à former un talus, dont la pente atteindra bientôt l'angle de 45 degrés, tandis que le même escarpement, coupé dans une roche résistante, demeurera des milliers d'années sans éprouver d'altération sensible. De même dans un sol plat, qui ne reçoit pas les eaux des lieux environnants et qui se laisse facilement imbiber par les eaux pluviales, la même couche de terrain détritique préservera, pendant des siècles, le terrain inférieur de l'altération ; tandis que dans le même terrain, disposé d'une autre manière, le passage des eaux pluviales entraînera continuellement le terrain détritique aussitôt qu'il se sera formé, et entamera les terrains inférieurs. En général, l'action des eaux tend à transporter les matières qui se trouvent dans des lieux élevés vers des points plus bas, mais les effets de cette action sont plus ou moins paralysés par diverses causes. La première est, sans contredit, la résistance que les roches

cohérentes opposent à l'action des eaux; car les monuments historiques nous prouvent que les flots battent depuis des siècles sur certains rochers, sans leur avoir fait éprouver de changements appréciables. D'un autre côté, il s'établit, entre l'action des eaux et la force d'inertie des matières solides, un équilibre tel que nous voyons souvent des cours d'eau serpenter au milieu des sables les plus mobiles et des limons les plus fins, sans les entraîner avec eux; et, sauf quelques exceptions résultant de la disposition de certaines roches à se laisser attaquer par les eaux, celles-ci n'exercent une action importante que quand des causes météoriques leur ont donné plus de volume qu'elles n'en ont ordinairement, ou, en d'autres termes, lorsqu'il y a inondation; car plus les eaux ont de volume et de rapidité dans leurs mouvements, plus elles sont susceptibles de servir de véhicule aux matières solides. Du reste, ce transport des matières solides par les eaux n'est point indéfini; car, outre que ces matières tendent à se déposer successivement pendant toute leur course, en commençant par les fragments les plus gros et en finissant par les plus ténus, cette déposition peut devenir presque totale si les eaux rencontrent des obstacles qui arrêtent la rapidité de leur marche. C'est ainsi que l'on voit souvent les eaux sortir très-limpides d'un lac où elles étaient entrées chargées d'une grande quantité de matières solides. Il ne paraît pas non plus que les débris de nos continents se répandent jusque dans les grandes profondeurs de la mer; il est probable, au contraire, que l'espèce de choc qui a lieu lorsque les eaux de nos fleuves rencontrent celles de la mer, est cause que tous les débris dont celles-ci étaient chargées se déposent le long de nos côtes; car on ne remarque pas que les eaux de la mer soient sensiblement troublées par l'arrivée des fleuves chargés de matières terreuses, et on voit que les principaux dépôts alluviens se forment vers l'embouchure des grands cours d'eau.

620. *Atterrissements.* — Ces dépôts qui étendent le domaine de nos continents aux dépens de celui des eaux, portent le nom d'*atterrissements*, et donnent naissance aux plaines basses nommées Delta (25) : telles sont celles formées en Europe par la réunion du Rhin, de la Meuse et de l'Escaut; en Égypte, par le Nil; au Bengale, par le Gange, etc.

Polders. — La déposition des matières qui composent les atterrissements n'ayant, en général, lieu que quand il y a inondation, et les matières plus ou moins légères qui entrent dans leur composition devant tendre successivement à s'affaisser en se consolidant, on conçoit qu'il faut une succession nombreuse d'inondations pour former un atterrissement, et comme il arrive, de temps en temps, des inondations plus élevées que celles qui ont lieu ordinairement, on sent que les atterrissements demeurent pendant longtemps susceptibles d'être recouverts accidentellement par les eaux. D'un autre côté, ces atterrissements étant en général très-fertiles, les hommes se sont empressés de

les cultiver ; et, pour empêcher que de nouvelles inondations ne vinssent détruire le fruit de leurs travaux, ils les ont défendus par des digues que l'on a dû successivement exhausser, parce que les atterrissements se sont affaissés en se consolidant. Telle est l'origine des terres appellées *polders* dans les Pays-Bas, l'un des plus beaux monuments de l'industrie humaine, qui conserve des champs couverts de la plus brillante végétation au-dessous du niveau des eaux. Mais les digues dont on a entouré les atterrissements ont contrarié, dit Deluc, le travail de la nature en empêchant que de nouvelles inondations n'amenassent de nouveaux dépôts, qui auraient réparé les affaissements occasionnés par la consolidation des atterrissements. Elles ont ainsi donné lieu à de funestes événements occasionnés par les eaux, qui, poussées par les vents, rompaient les digues; ce qui a fait dire que la mer gagnait sur les continents, tandis qu'elle n'a fait, comme l'observe encore Deluc, que reprendre une partie de ce qu'elle avait perdu.

621. *Érosion des falaises.* — Lorsqu'une côte est terminée par une falaise composée de roches friables, et que la disposition des mouvements de la mer est telle que les eaux soient dans le cas d'emporter plutôt que d'apporter des débris ; ces eaux, en venant battre contre la falaise, en détachent continuellement de petites parties, et alors, bien loin de former des atterrissements qui augmentent l'étendue des terres, la mer avance sur celles-ci ; mais il ne paraît pas que cette cause produise des changements très-considérables, d'autant plus que, si les matières friables qui forment la falaise renferment des portions plus tenaces, celles-ci retombent au pied de la falaise, et l'agitation des flots les transforme en cailloux roulés, qui finissent par former l'espèce de bourrelet dont nous avons déjà parlé sous le nom de *galets* (259), et qui préserve la falaise de l'action des eaux lorsque celles-ci ne dépassent pas leur niveau ordinaire.

622. *Dunes.* — Si, au contraire, les côtes sont basses, formées de dépôts arénacés, et que le mouvement des eaux soit disposé convenablement, il s'élève le long de la côte une espèce de bourrelet dont nous avons déjà indiqué l'existence sous le nom de *dunes* (259), et qui est composé d'une réunion de petites collines accumulées les unes à côté des autres, lesquelles atteignent quelquefois une hauteur de cinquante mètres. Les dunes sont ordinairement composées de sables mouvants, et quand les circonstances sont favorables à leur formation, elles ont, vers l'intérieur des terres, un mouvement progressif que l'industrie de l'homme cherche à arrêter en fixant les sables au moyen de la végétation. Bremontier a estimé que, dans les dunes qui bordent les landes de Gascogne, cet avancement est d'environ vingt mètres par an. On attribue ordinairement la formation des dunes à l'action combinée des vagues de la mer et des vents. Les premières poussent les sables vers la côte. Une partie de ce sable, qui se dessèche lors du reflux, est ensuite poussée

vers l'intérieur des terres chaque fois que le vent souffle dans une direction convenable. Ce qui explique pourquoi la formation des dunes exige non-seulement l'existence d'une plage sableuse, mais aussi une position telle que cette plage soit dans le cas d'être battue par des vents dont la direction dominante pousse de la mer vers l'intérieur de terres. Probablement qu'il se forme aussi des dunes par un phénomène inverse, c'est-à-dire que, quand une plaine sableuse aboutit à la mer, les vents poussent le sable vers cette dernière, où sa marche est arrêtée tant par le mouvement des vagues que par l'adhérence que contracte le sable lorsqu'il est mouillé, adhérence qui, par l'effet de la capillarité, doit s'élever à un niveau supérieur à celui des hautes marées, ce qui doit donner naissance à un premier bourrelet dont la réaction sur le vent chargé de sable, peut occasionner la formation d'une seconde ligne d'éminences, et ainsi de suite.

623. *Mouvement des sables.* — Dans les contrées où le sol est couvert de sables et où il pleut rarement, les vents exercent aussi, à eux seuls, une action qui modifie l'état de la surface du globe. En effet, le sable de ces contrées demeurant ordinairement mobile, il est mis en mouvement lorsqu'il s'élève des vents violents. Il paraît que le résultat de cet ordre de choses est d'étendre le domaine de ces dépôts arénacés, lorsque l'industrie de l'homme n'y met point d'obstacle; car l'Orient nous montre maintenant de vastes déserts de sable dans des lieux que les monuments historiques nous prouvent avoir été couverts d'une population nombreuse. Du reste, cet accroissement des déserts ne dépend probablement pas d'une simple action mécanique, mais il paraît qu'il y a une réaction météorologique, qui consiste en ce que les sables, en s'étendant, diminuent la végétation, que l'on croit être une cause favorable à la production de la pluie; de sorte que, la quantité de pluie diminuant, le sol se tient plus sec, favorise le dessèchement et par conséquent la mobilité et le mouvement des dépôts de sable.

624. *Phénomènes chimiques.* — Tous les *phénomènes chimiques* qui se passent dans l'écorce du globe pourraient à la rigueur être considérés comme des phénomènes géologiques, puisqu'ils influent plus ou moins sur l'état de cette écorce; mais, si nous parlions de tous ces phénomènes, nous serions dans le cas de répéter une foule de détails qui doivent être traités dans les ouvrages de chimie et de physique.

625. *Formation des cristaux.* — Nous ne nous occuperons en conséquence que de ceux de ces phénomènes qui ont un rapport immédiat avec la formation des terrains modernes, et, quoique la cristallisation soit un phénomène de la plus haute importance pour l'histoire de la terre, nous nous bornerons à faire remarquer ici que la *formation des cristaux*, par la voie humide, ne paraît pas exercer maintenant une grande influence sur l'écorce du globe et semble se réduire à la production de petits cristaux de substances

plus ou moins solubles, ordinairement groupés sous les formes d'aiguilles, de filaments, de houpes ou de dendrites, et qui, le plus souvent, se redissolvent et se cristallisent de nouveau, selon l'état d'humidité ou de sécheresse des lieux ; tel est notamment le cas du selmarin et du natron, qui imprègnent les sables de différentes plaines d'Asie et d'Afrique. Tel est aussi le cas des nitrates qui se forment à la surface de plusieurs matières pierreuses, surtout par la décomposition des matières animales. Il se forme aussi des cristaux par suite de la décomposition des sulfures qui passent à l'état de sulfates ; mais ce dernier phénomène est ordinairement restreint aux lieux où les travaux de l'homme exposent les sulfures à l'action de l'atmosphère, parce que, quand ces corps sont tout à fait abandonnés à eux-mêmes, la décomposition des parties supérieures finit, au bout d'un certain temps, par couvrir les parties susceptibles d'altération d'un dépôt devenu inaltérable, et qui préserve les parties intérieures.

626. *Formation des roches cohérentes alluviennes.* — Parmi les phénomènes chimiques, par la voie humide, qui agissent d'une manière plus sensible sur l'état de l'écorce du globe, nous citerons en premier lieu ceux qui ont donné naissance aux roches cohérentes du terrain alluvien (256), et qui forment une espèce d'intermédiaire entre les phénomènes mécaniques et les phénomènes chimiques ; la formation de ces roches ayant été en premier lieu préparée par la division et par le transport des roches préexistantes, tandis que l'agglomération des fragments qui les composent est le résultat d'une dissolution ou d'un commencement de dissolution analogue à ce qui se passe dans les phénomènes chimiques proprement dits.

627. *Concrétions ferrugineuses.* — Celle de ces agglomérations qui est déterminée par la présence d'un ciment ferrugineux ne nous laisse aucune incertitude ; car, outre que la composition de ces conglomérats nous prouve la manière dont ils se sont formés et même l'époque où le phénomène a eu lieu, les changements éprouvés par le fer pour lui donner cette propriété agglutinante, ne sont que la répétition de ce qui se passe sous nos yeux chaque fois que nous laissons un morceau de fer exposé à l'action de l'humidité, ou lorsque des eaux ferrugineuses sont dans le cas de déposer une partie des principes qu'elles contiennent ; phénomène que nous voyons souvent dans les travaux de mines et dans le voisinage des sources minérales.

628. *Concrétions siliceuses.* — La propriété d'agglutiner dans les matières siliceuses est un phénomène beaucoup plus différent de ce que nous remarquons autour de nous ; car nous voyons que l'action du temps et celle de l'eau, bien loin d'agglutiner les sables, tendent, au contraire, à désunir ceux qui étaient déjà agglutinés ; aussi la rareté des roches conglomérées de nature siliceuse, dont l'origine actuelle est bien démontrée, prouve-t-elle qu'il a fallu, pour obtenir ce résultat, une réunion de circonstances qui n'a lieu que très-

rarement, et qui, par conséquent, n'entre plus dans l'ordre ordinaire de la nature. Cependant, sans parler ici de ce qui se passe dans les fourneaux, ni des effets de la foudre dans la formation des fulgurites (*Mét.* 153), puisqu'il s'agit dans ces circonstances de phénomènes ignés et non pas de phénomènes aqueux, on sait que l'on trouve dans nos laboratoires le moyen de rendre la silice soluble, et que l'action des mortiers nous donne un exemple de l'agglutination des matières siliceuses sans recourir à un ordre de choses différent de celui actuel. C'est aussi ce que nous prouve un phénomène qui a lieu dans les sources chaudes de l'Islande, où se forme la concrétion siliceuse dont nous avons parlé (*Min.* 484) sous le nom de *Geyserite*.

629. *Formation du terrain tuffacé.* — Les phénomènes qui donnent naissance au terrain tuffacé en particulier et à toutes les concrétions calcaires en général, sont beaucoup plus communs; car la plupart des eaux qui sortent du sein de la terre déposent de ces concrétions soit naturellement, soit par l'échauffement artificiel; mais il paraît que la propriété de former des dépôts a considérablement diminué. Car, outre que l'on voit des dépôts de tuf dans des lieux où il ne s'en forme plus, les formations de cette matière qui ont encore lieu, du moins dans les terres, sont, en général, trop faibles, pour que l'on puisse croire que la continuation des phénomènes actuels ait pu donner naissance aux masses de tuf que l'on voit dans les environs.

630. Un des lieux où la formation actuelle du terrain tuffacé peut être le mieux observée, est près de Tivoli, où l'on voit de petits lacs au milieu d'une plaine qui paraît être l'emplacement d'un grand lac comblé par la déposition du calcaire concrétionné dont nous avons parlé sous le nom de travertin (261). L'un de ces petits lacs est appelé *Lago de' Tartari,* à cause des singuliers amas de concrétions fistuleuses qui l'entourent; un autre est appelé *lac de la solfatare*, parce que ses eaux sont fortement imprégnées d'acide hydrosulfurique, et déposent une si grande quantité de matières calcaires, qu'elles auraient probablement déjà achevé de combler la plaine, si on n'y avait creusé un canal qu'on est obligé, dit Breislack *, de nettoyer tous les trois ans, malgré sa largeur et sa profondeur **.

631. Le plus souvent les eaux chargées de carbonate calcique ne déposent que des enduits sur les corps qu'elles atteignent avec des circonstances favo-

* Voyage dans la Campanie, etc., tome II, page 263; Paris, 1801.

** Un fait qu'il serait intéressant de pouvoir éclaircir, c'est celui de la formation du calcaire compacte, en dalles d'un à deux décimètres, renfermant des lymnées, des planorbes et des physes, que M. Beudant a vus à Czegled, en Hongrie (Voyage en Hongrie, tome II, page 353), et qu'on lui a assuré se former journellement dans les marais voisins; fait qui est contesté par M. Boué, lequel (Journal de géologie, tome Ier, page 389) considère ce calcaire comme appartenant à la période tériaire.

rables, et l'on voit des dépôts de tufs qui ne sont que le résultat de l'incrustation de végétaux, surtout de mousses, qui croissent volontiers dans les lieux humectés par ces eaux. On profite quelquefois de cette propriété de certaines eaux pour en obtenir des incrustations, que l'on vend sous le nom impropre de pétrifications, et aux bains de Saint-Philippe, en Toscane, on a imaginé de faire tomber l'eau sur des moules sculptés en creux et dans lesquels il se forme des bas-reliefs naturels.

632. Parmi les formes que prennent les dépôts des eaux chargées de carbonate calcique, les espèces de mamelons très-allongés que l'on a nommés *stalactites* (*Min.* 223), ont surtout attiré l'attention des naturalistes, parce qu'elles décorent ordinairement les plafonds des cavités souterraines, d'une manière plus ou moins brillante. On peut concevoir pourquoi ces concrétions prennent cette forme, en se rappelant qu'une goutte d'eau qui suinte à travers un corps en dessous duquel se trouve un vide, y prend, avant de tomber, la forme d'un petit cône, et que si cette eau est chargée de molécules susceptibles de se solidifier, soit par l'évaporation, soit par d'autres circonstances, il se formera à la base de ce cône un petit anneau qui, en s'allongeant, devient un tube, lequel finit ordinairement par s'obstruer à mesure que l'accroissement continue.

Les eaux qui tombent par l'extrémité inférieure des stalactites, déposent souvent sur le sol une matière solide qui tend à s'accroître dans un sens contraire à celui de la stalactite, c'est-à-dire, de bas en haut : ces dépôts sont ordinairement nommés *stalagmites*, et on sent qu'il peut arriver un moment où la stalactite et la stalagmite se réunissent de manière à former une colonne irrégulière, qui tendra à s'élargir tant que continuera le suintement de l'eau chargée de molécules calcaires.

Il arrive quelquefois que ces eaux tombent sur le sol avec des circonstances qui, au lieu de permettre la formation des stalagmites, déterminent celle de grains ou de cailloux, qui ont souvent pour centre un grain de sable ou un autre petit corps solide autour duquel la matière calcaire s'incruste par lames successives, qui sont maintenues dans une forme globuleuse par l'agitation dans laquelle la chute de l'eau entretient continuellement ces grains.

633. La cause qui donne à certaines eaux la faculté de se charger de carbonate calcique n'est pas bien connue ; on l'attribue néanmoins à la présence de l'acide carbonique et quelquefois de l'acide hydrosulfurique, qui donnent aux eaux la propriété de dissoudre le carbonate calcique ; et on suppose que, quand l'eau arrive au jour, quand elle est agitée, ou quand elle est mise en ébullition, l'acide carbonique se dégage : ce qui fait précipiter le carbonate calcique. Mais cette explication ne fait qu'indiquer le moyen d'exécution, sans rien dire sur la cause du phénomène ; car, de même qu'avant de savoir que c'est l'acide carbonique qui donne cette propriété dissolvante, on devait se

demander pourquoi certaines eaux jouissent de cette propriété ; maintenant, on doit se demander pourquoi certaines eaux sont imprégnées d'acide carbonique ou d'acide hydrosulfurique? Or, c'est là une question à laquelle on ne peut encore répondre d'une manière positive ; cependant, quand on fait attention que les eaux qui déposent les concrétions calcaires arrivent au jour imprégnées de cette substance, de la même manière que les eaux minérales, qui ne diffèrent des premières que par la nature des principes combinés avec l'eau ; et que les lieux où il se forme maintenant le plus de terrain tuffacé, soit terrestre, soit marin, sont ordinairement placés dans les mêmes circonstances que ceux où se trouvent les eaux minérales, on ne peut s'empêcher de supposer que le phénomène qui imprègne les eaux de carbonate calcique, doit être analogue à celui qui imprègne les eaux minérales d'autres principes, du moins pour ce qui concerne les sources les plus remarquables; car il paraît que, dans certains cas, les eaux se chargent de carbonate calcique sans le concours des circonstances que nous supposons agir sur les eaux minérales, puisque l'on trouve presque toujours de cette matière dans les eaux des puits creusés dans un sol meuble ou peu cohérent qui renferme des particules calcaires; et nous voyons que la formation des stalactites a encore lieu dans des cavités souterraines où les eaux semblent s'être chargées de carbonate calcique, uniquement en traversant la voûte de ces cavités. On pourrait aussi citer les concrétions calcaires qui se forment sous nos voûtes artificielles ; mais l'origine de celles-ci se conçoit facilement, attendu que les eaux, en filtrant à travers le mortier, y rencontrent de la chaux, que l'on sait être soluble dans une certaine proportion, et que les molécules qu'elles entraînent à l'état de dissolution, se transformant ensuite en carbonate, doivent se précipiter lorsqu'elles sont mises en contact avec l'air.

634. *Origine des eaux minérales et thermales.* — Quant à l'origine des eaux minérales et thermales, c'est un phénomène qui nous semble appartenir presque autant à la division des phénomènes ignés qu'à celle des phénomènes aqueux proprement dits. En effet, lorsque l'on fait attention que les principes dont ces eaux sont imprégnées n'ont ordinairement aucun rapport avec les terrains dont on les voit sortir, mais que celles qui sont dans le voisinage des volcans contiennent les mêmes gaz que ceux qui se dégagent de ces derniers *, et lorsque l'on se rappelle qu'une même source a ordinairement une composition et une température à peu près constantes, on ne peut attribuer cette composition, non plus que la haute température de plusieurs de ces sources, à des dissolutions, à des combinaisons ou à des décompositions qui s'opéreraient accidentellement dans la partie supérieure de l'écorce du

* Voir le mémoire de M. Boussingault sur les eaux thermales des Andes : *Annales de Chimie et de physique*, tome LII, page 181.

globe. D'un autre côté, lorsque l'on remarque que ces sources se trouvent le plus communément dans les terrains plutoniens, et lorsque, ainsi que nous essayerons tout à l'heure de le faire admettre, on attribue les phénomènes volcaniques à des émanations qui partent d'une portion du globe terrestre dont la température est excessivement élevée, on regardera comme très-probable que, de même qu'il y a dans la croûte du globe des canaux assez considérables pour laisser passer les matières gazeuses, liquides et solides que rejettent les volcans, il peut aussi y avoir d'autres tuyaux, disposés de manière à ne laisser passer que des gaz qui se bornent à échauffer ou à imprégner certaines eaux de leurs principes, de la même manière que, dans nos laboratoires, on fait des eaux minérales factices, au moyen de gaz que l'on introduit dans l'eau ordinaire par des tuyaux artificiels.

Parmi les faits qui appuient l'hypothèse que la température des eaux thermales provient d'une source de chaleur intérieure, on peut citer les observations de M. Boussingault *, qui a remarqué que sur le littoral de Venezuela, la température des eaux thermales est d'autant moindre que leur hauteur absolue est plus considérable. C'est ainsi, par exemple, que la source de la Trincheras près de Puerto-Cabello, qui se trouve presque au niveau de la mer, possède une température de 97°; celle de Mariana, déjà élevée de 476 mètres, a seulement une température de 64°, et l'eau de la source d'Onato, placée à 702 mètres d'élévation, n'est plus qu'à 44½°. Il est inutile d'ajouter que cette marche régulière n'a pas toujours lieu et que les mêmes phénomènes qui font jaillir des matières incandescentes des cimes élevées des volcans peuvent aussi donner naissance à des sources très-chaudes à de grandes hauteurs.

635. *Phénomènes ignés.* — Les *phénomènes ignés* ou *plutoniens*, c'est-à-dire ceux dont la chaleur paraît être l'agent principal, peuvent se ranger dans huit subdivisions, selon qu'ils se rapportent à la simple *température du globe* ou aux phénomènes que l'on désigne par les noms de *volcans*, de *tremblements de terre*, de *soulèvements lents*, de *salses*, d'*émanations gazeuses*, de *sources de pétrole* et d'*incendies de roches combustibles*.

636. *Température de la terre.* — Nous ne répéterons pas, à l'occasion de la *température de la terre*, ce que nous avons dit (*Mét.* 93 à 107) sur la température de l'atmosphère, quoique l'on considère, jusqu'à un certain point, la température de la première couche d'air qui enveloppe la terre comme étant celle de la surface de cette dernière.

Température du sol. — On sent cependant, d'après ce que la physique nous apprend sur la production, la propagation et la distribution de la chaleur, que le sol doit avoir des températures différentes de celles de l'air

* Voir le mémoire cité ci-dessus.

environnant; sa nature, sa couleur, sa cohérence, son état hygrométrique étant dans le cas de modifier ses propriétés absorbantes, conductrices ou rayonnantes. La particularité la plus remarquable qu'offre l'étude de la température de la partie la plus superficielle du sol, de celle qui ne s'étend qu'à une profondeur de 3 à 4 centimètres, c'est que cette surface acquiert, lorsqu'elle est exposée aux rayons du soleil, une chaleur beaucoup plus forte que celle de l'air; mais elle se refroidit aussi davantage pendant la nuit, ce qui est cause que sa température moyenne demeure à peu près la même. Il paraît cependant que cette température moyenne est généralement un peu plus élevée dans la zone torride, qu'elle est à peu près la même dans les latitudes moyennes, et qu'elle est inférieure dans les contrées froides. Du reste, les variations que la présence et l'absence journalière du soleil font éprouver à la température de l'air, ne se communiquent, à travers le sol, qu'avec une certaine lenteur, et diminuent rapidement à mesure que l'on s'enfonce; de sorte qu'elles cessent d'être sensibles à une profondeur de 2 à 3 mètres.

637. *Température des caves.* — La propagation de la température que le sol acquiert par l'effet du mouvement annuel de la terre suit les mêmes règles, et les variations que ce mouvement occasionne à la surface, cessent tout à fait d'être sensibles à une profondeur qui est, à l'égard de celle où cessent les variations diurnes, dans la proportion des racines carrées des longueurs des périodes respectives d'augmentation et de diminution; de sorte qu'à une profondeur de 30 à 40 mètres, on ne ressent plus l'influence d'aucune de ces variations, et l'on y jouit d'une température constante. Cette température s'observe quelquefois dans les cavernes qui ne sont pas sous l'influence de l'air extérieur, ainsi que dans les caves très-profondes, notamment dans celles de l'Observatoire de Paris; d'où on la désigne souvent par le nom de *température des caves*.

L'observation a prouvé que cette température se rapproche beaucoup de la température moyenne de la surface. Cependant M. Kupffer a reconnu qu'elle en différait très-souvent, et que les lignes qui uniraient les points où la température constante du sol est uniforme, et qu'il appelle *lignes isogéothermes*, s'écartent encore plus des degrés de latitude que les lignes isothermes (*Mét.* 102). M. Kupffer a reconnu également que cette température constante se trouve, selon les diverses latitudes, dans les mêmes rapports avec la température de l'air à la surface, que ceux que nous avons indiqués ci-dessus entre celle-ci et la température variable moyenne de la partie superficielle du sol.

638. *Glacières naturelles.* — Parmi les irrégularités accidentelles que présente la température du sol, il est des phénomènes qui ont souvent attiré l'attention; ce sont les *glacières naturelles* et les cavernes d'où sortent des vents plus froids que la température ordinaire des caves; mais, en général,

ces phénomènes paraissent de nature à être expliqués par les règles de la physique combinées avec la disposition de ces cavités qui les met dans le cas, soit de recevoir en hiver, comme les glacières artificielles, une quantité de glaces plus forte que celle que la chaleur de l'été peut faire fondre, soit de perdre leur chaleur normale par l'introduction d'un vent froid ou par une évaporation extraordinaire.

639. *Température intérieure.* — D'un autre côté, on a reconnu que la température du sol augmente à mesure que l'on s'enfonce, et M. Cordier, qui a fait * des recherches très-soignées sur cette matière, estime que l'on peut évaluer l'augmentation moyenne de la température à un degré du thermomètre par 25 mètres de profondeur, d'où il résulterait, en supposant que cette augmentation continuât dans la même proportion, que, si on pouvait parvenir à 2,000 mètres de profondeur dans l'écorce du globe, on atteindrait une température égale à celle de l'eau bouillante, et qu'à 15 myriamètres la chaleur serait suffisante pour fondre la plupart de nos roches. Mais ces conclusions doivent être considérées, en ce qui concerne les nombres, comme hypothétiques; car, outre que les observations sur lesquelles elles sont fondées ne présentent pas des résultats uniformes **, il est à remarquer que ces observations n'ont eu lieu qu'à des profondeurs extrêmement petites, par rapport au rayon terrestre, c'est-à-dire, à moins de mille mètres de la surface de la terre. Du reste, quelque imparfaites que soient nos connaissances sur la température intérieure de la terre, elles suffisent pour constater que la chaleur augmente à partir du point où règne la température constante des caves, tandis que les résultats des observations faites à de petites profondeurs, combinées avec les lois de la transmission de la chaleur, nous démontrent qu'en aucun cas l'action des rayons solaires ne pourrait produire d'échauffement qui augmente avec la profondeur; de sorte que l'on peut considérer comme

* Mémoire du Muséum d'histoire naturelle de Paris, tome XV, page 161.

** M. Cordier a trouvé, par exemple, qu'à Decise l'augmentation d'un degré de chaleur correspondait à 15 mètres de profondeur, tandis qu'à Carmeaux le même résultat n'était obtenu que par une profondeur de 36 mètres.

Les observations faites à des profondeurs un peu notables, ayant généralement lieu dans des mines exploitées depuis plus ou moins longtemps, on conçoit que le séjour des hommes, la combustion des lumières, la décomposition des sulfures par le contact de l'air, ainsi que les effets de la ventilation, doivent produire des causes d'erreur. Aussi je crois devoir citer ici des observations très-récentes, faites par M. Phillips (*Philos. magaz.*, décembre 1834, page 446) à Monk-Wearmouth, près de Newcastle, en Angleterre, dans une mine de houille avant que l'exploitation y ait réellement commencé. Ces observations ont annoncé une température de 23°,66 à la profondeur de 483 mètres au-dessous du niveau de la mer; ce qui, combiné avec la température moyenne du feu, annonce que l'augmentation d'un degré du thermomètre correspondrait à une profondeur de 32 mètres et demi.

prouvé que l'écorce du globe jouit d'une chaleur indépendante de l'action que les rayons du soleil exercent à sa surface.

640. Cette conclusion a donné lieu de rechercher quelle était l'influence de cette chaleur centrale sur celle que nous éprouvons à la surface du globe, et les calculs que Fourier a faits à ce sujet font connaître que la chaleur centrale n'influe plus sur celle de la surface que pour moins d'un trentième de degré, et que la déperdition, que le rayonnement de cette chaleur centrale vers les espaces planétaires occasionne à la surface de la terre, est devenue tellement insensible qu'elle doit avoir été tout au plus de la trois centième partie d'un degré du thermomètre depuis deux mille ans *.

641. *Température des sources.* — Les sources ont souvent la même température que les caves profondes, et tout annonce alors que leurs eaux ont fait un long trajet et un séjour prolongé dans l'intérieur de l'écorce du globe. D'autres fois elles sont plus froides, et alors on reconnait ordinairement que les eaux proviennent de quelques points de la surface momentanément plus froids que la température moyenne du lieu, et qu'elles n'ont fait qu'un trajet très-court dans l'intérieur du sol. D'autres fois, enfin, les sources présentent une température plus élevée que celle des caves. On les désigne alors, ainsi que nous l'avons déjà dit (*Min.* 323), par le nom d'*eaux thermales ;* cependant cette dénomination ne se donne pas aux eaux dont la température ne surpasse pas celle des eaux ordinaires d'une manière assez sensible pour être facilement remarquée sans le secours d'un thermomètre, ainsi que la chose a notamment lieu dans les fontaines artésiennes (611), dont le trou de sonde a été enfoncé à une grande profondeur; phénomène qui est une simple conséquence de l'accroissement de la température avec la profondeur. Quant aux eaux thermales proprement dites, on a vu ci-dessus que leur chaleur paraissait devoir être attribuée à la même cause que les phénomènes volcaniques.

642. *Température des eaux en masses.* — La température des grandes masses d'eaux ne présente pas en général les mêmes résultats que celle de la croûte solide. On a remarqué, en premier lieu, que la température de la surface des parties de mer éloignées des continents était moins variable que celle des parties qui touchent ces derniers; de sorte qu'elle est moins élevée en été, et moins basse en hiver. On a également observé qu'entre les tropiques la partie superficielle de l'eau, prise dans sa plus haute température, est en général moins chaude que celle de l'air qui le touche, prise aussi dans sa plus haute température; mais, si on compare les températures moyennes, on a un résultat inverse ; de sorte que, sous la zone torride, la partie superficielle

* Je ne donne pas de détails sur les lois relatives à la transmission de la chaleur, ni sur les calculs qui ont conduit Fourier aux résultats indiqués ci-dessus, parce que ces diverses considérations, ainsi que je l'ai déjà dit, appartiennent à la physique.

de l'eau a, comme le sol, une température supérieure à celle de l'air; mais cette différence diminue à mesure que l'on s'avance vers les pôles.

643. Les observations sur la température des eaux à diverses profondeurs ont donné des résultats très-variables, et qui sont quelquefois opposés à ceux obtenus dans l'intérieur des terres.

C'est ainsi que Saussure a reconnu que la température du fond des lacs de la Suisse était ordinairement de 4 à 7 degrés, dans des moments où la température de la surface était de 20 à 25 degrés.

La température des eaux de la mer est souvent aussi plus élevée à la surface qu'à de certaines profondeurs, du moins dans les zones torrides et tempérées. Péron a notamment observé, sons l'équateur, nne température de $9\frac{1}{2}$ degrés à 390 mètres, et $7\frac{1}{2}$ degrés à 700 mètres de profondeur, quoique la température de la surface de l'Océan fût à 31 degrés; et le capitaine Sabine a trouvé, sous le 20e degré de latitude, la même température de $7\frac{1}{2}$ degrés à 2,000 mètres de profondenr, tandis que la température de la surface était à 28 degrés. D'un autre côté, M. Bérard a reconnu dans la mer Méditerranée une température de 13 degrés à une profondeur de 2,000 mètres; et son observation, ainsi que celles faites dans la même mer par le capitaine d'Urville, tendent à faire admettre qu'au delà de 400 mètres de profondeur les eaux de la mer conserveraient une température uniforme de 13 degrés. Les observations faites dans les mers de la zone glaciale présentent peu d'accord entre elles, et annonceraient même qu'il y a nne grande différence entre la température des eaux dans la baie de Baffin, et dans le voisinage du Spitzberg.

644. Du reste, il paraît que, sauf quelques anomalies qui tiennent à des circonstances accidentelles, la distribution de la chaleur dans les eaux peut s'expliquer par les effets de leur densité sons diverses températures, combinés avec les effets de la compression à de grandes profondeurs, et l'existence, dans l'intérieur de la terre, d'une chaleur indépendante de celle que le soleil développe à la surface. La physique nous apprend, en effet, que l'eau a son maximum de densité lorsqu'elle est à la température de 3 à 4 degrés, et qu'ensuite la densité diminue, soit que la température s'élève ou s'abaisse; d'où il résulte que, quand les molécules d'eau de la surface prennent la température de 3 à 4 degrés, tandis que celles inférieures sont plus chaudes ou plus froides, elles doivent s'enfoncer jusqu'à ce qu'elles parviennent à un point où l'eau aura une densité qui fera équilibre avec la leur. Or, si l'on fait attention à la pression exercée par les parties supérieures des grandes masses d'eau, on conçoit que, à nne certaine profondeur, l'eau peut atteindre une densité supérieure à celle qu'elle prend à la surface de la terre, lors même que, par l'effet de la chaleur intérieure, cette eau est maintenue à une température supérieure à 3 ou 4 degrés. On conçoit aussi que l'épaisseur plus ou moins grande de la masse d'eau dans le lieu de l'observation,

ainsi que l'existence de courants qui amènent des eaux plus froides ou plus chaudes, doit aussi produire de grandes variations dans la température.

645. *Volcans.* — Les phénomènes des *volcans* sont bien plus importants que ceux dont nous avons parlé jusqu'à présent, tant par l'énergie avec laquelle ils s'opèrent, que par les effets qu'ils produisent, et par les conséquences que l'on peut en tirer pour l'histoire de la terre.

646. *Définition des volcans.* — Nous entendons par *phénomènes volcaniques*, l'ensemble des circonstances qui amènent à la surface extérieure de la croûte solide du globe les dépôts que nous avons fait connaître sous le nom de terrain volcanique; et un *volcan* se compose d'une certaine quantité de ces matières et de l'orifice, plus ou moins ramifié, par où elles sont sorties.

647. *Éruption.* — Le principal phénomène des volcans consiste dans l'éjaculation hors de la croûte solide, soit dans l'air, soit dans l'eau, de matières qui proviennent de l'intérieur. Ce phénomène, que l'on désigne par le nom d'*éruption*, est ordinairement accompagné de beaucoup d'autres circonstances, notamment de mouvements dans le sol, tels que tremblements, soulèvements ou affaissements, de dégagement de chaleur et de lumière, de manifestation de bruits souterrains et de phénomènes météorologiques.

648. *Matières rejetées par les volcans. Gaz.* — Les matières qui s'échappent des volcans arrivent au jour à l'état gazeux, liquide ou solide. Les premières, que l'on désigne ordinairement par le nom de *fumée*, sont principalement composées de vapeur aqueuse; cependant les gaz acides sulfureux, hydrosulfurique et hydrochlorique y sont aussi plus ou moins abondants. Le gaz acide carbonique n'est point étranger aux phénomènes volcaniques, non plus que le gaz nitrogène et plusieurs matières susceptibles de sublimation, telles que le soufre, le selmarin, le salmiac, la sassoline, l'atacamite, le réalgar, etc.

649. *Liquides.* — Les matières liquides sont principalement à l'état de fluidité ignée, et par leur refroidissement elles deviennent les roches dont nous avons parlé sous le nom de *laves* (597). Ces matières s'échappent communément sous la forme de coulées, mais elles sont quelquefois lancées sous la forme de boules ou de grains.

650. Les volcans rejettent aussi des matières à l'état de fluidité aqueuse. Cependant il paraît que l'eau et la boue que l'on voit souvent couler sur leurs flancs, lors des éruptions, ne viennent point toujours de l'intérieur, mais qu'elles sont le résultat des phénomènes météorologiques qui se passent à l'extérieur, ou de la fonte des neiges occasionnée par le développement de la chaleur. Cependant les observations recueillies par M. de Humboldt annoncent l'existence de véritables éruptions boueuses; telle est celle qui, le 4 février 1797, ensevelit le village de Péliléo, près de Rio Bamba, sous une masse de boue noirâtre dont nous avons parlé sous le nom de *moya* (598). C'est ainsi que le 19 juin 1698, lorsque le pic du Carguairazo s'affaissa, tout

le pays d'alentour fut couvert d'une boue argileuse qui renfermait de petits poissons (*Pimelodus cyclopum*), et qu'en 1691 le volcan presque éteint d'Imbaburu, vomit une si grande quantité de ces poissons, que les fièvres putrides, qui régnèrent à cette époque, furent attribuées aux miasmes qu'exhalaient ces animaux. Du reste, ces matières boueuses ou aqueuses, rejetées par les volcans, ont une origine très-différente de celle des matières à l'état de fluidité ignée, ainsi qu'on le verra ci-après.

651. *Solides.*—Les matières solides, lancées par les volcans, sont souvent à l'état pulvérulent, et alors on les appelle *cendres* ou *sables* volcaniques, d'après le volume des fragments. Lorsque ceux-ci sont assez gros pour être comparés au gravier, on les désigne par le nom de *rapilli*. D'autres fois ces fragments ressemblent à des *scories* de fourneaux, et quelquefois ils forment des *blocs* considérables. On conçoit que souvent il n'y a pas de ligne de démarcation entre les matières solides et celles à l'état de liquidité ignée; car une matière lancée à l'état liquide d'une certaine profondeur, peut arriver au jour à l'état solide; aussi, la plupart des matières solides sont souvent de même nature que les matières liquides; mais quelquefois les blocs rejetés par les volcans n'ont aucun rapport avec les terrains volcaniques, et sont composés des roches qui forment les parois des cavités que les matières volcaniques ont traversées pour arriver au jour.

Les cendres qui s'élèvent des volcans forment quelquefois des nuages si épais, que des contrées entières sont plongées, en plein jour, dans la plus profonde obscurité; et l'on assure que de ces cendres ont déjà été transportées à plus de 50 myriamètres du lieu de l'éruption.

Toutes ces matières solides, en retombant sur le sol, y donnent naissance à ces dépôts meubles ou conglomérés qui constituent une des parties les plus importantes des terrains volcaniques (598). Souvent ces matières ne retombent pas à l'état sec, mais elles sont, pour ainsi dire, saisies par les fortes pluies qui accompagnent ordinairement les éruptions et forment des espèces de courants boueux. D'autres fois ces matières retombent dans la mer ou dans des lacs, et sont alors plus ou moins remaniées par les eaux.

On sent, d'après ces circonstances, qu'il doit s'établir des liaisons et des passages presque insensibles entre le terrain volcanique et le terrain alluvien, ainsi qu'avec les autres dépôts qui se forment encore actuellement.

652. *Élévations produites par les phénomènes volcaniques.*—Les phénomènes volcaniques donnent généralement naissance à des élévations plus ou moins considérables, qui paraissent se former de diverses manières.

Les unes, qui consistent dans des espèces de cônes tronqués ayant à leur partie supérieure la cavité dont nous avons déjà parlé sous le nom de *cratère* (594), sont une conséquence simple et immédiate des éruptions; car on sent que les matières lancées dans l'air ou dans l'eau doivent, en retombant à peu

près sur elles-mêmes, former une élévation conique, sur l'axe de laquelle la continuation du phénomène de l'éruption doit entretenir une espèce de bouche par laquelle le volcan vomit les matières qu'il rejette. Il est à remarquer que les flancs de la montagne n'offrant pas toujours une résistance suffisante pour que les matières liquides poussées de bas en haut s'élèvent jusqu'au sommet, alors ces flancs s'entr'ouvrent et laissent échapper des coulées plus ou moins abondantes : c'est ce qui a ordinairement lieu dans les grands volcans, où il est très-rare que les laves sortent par le cratère.

653. D'autres fois les élévations se forment par le simple soulèvement des matières qui les composent. C'est ainsi que le 29 septembre 1538, pendant un tremblement de terre, on a vu s'élever près de Pouzzoles, au nord de Naples, le Monte-Nuovo, haute colline de forme allongée, composée de pépérine et de gros blocs de téphrine. Tel paraît être aussi l'origine des petites îles du golfe de l'île de Santorin, dans l'archipel grec, qui se sont successivement élevées au-dessus de la mer ; savoir : celle d'Hiéra ou vieille Kaméni 144 ans avant l'ère chrétienne, la petite Kaméni en 1578, et la nouvelle Kaméni en 1709.

M. Reinwardt rapporte également que, dans la partie occidentale de l'île de Banda, dans l'archipel des Moluques, il se trouvait une baie qui, en 1820, a été remplacée par un promontoire, composé de blocs de basalte d'une grosseur prodigieuse. Ce soulèvement s'effectua d'une manière si tranquille que les habitants ne s'en aperçurent que quand il fut presque entièrement terminé ; il ne s'était manifesté que par un fort bouillonnement et une chaleur extraordinaire de l'eau de la mer.

Nous pourrions encore citer un grand nombre d'exemples de soulèvements, mais nous nous bornerons au plus important de ceux qui ont été décrits, celui du Malpais, près du grand volcan de Jorullo au Mexique, où une surface de près de 7 kilomètres carrés a été, dit M. de Humboldt, soulevée comme une vessie, et sur ce terrain soulevé il est sorti, en septembre 1759, des milliers de petits cônes de roches pyroxéniques.

Il y a de ces soulèvements que l'on peut encore considérer comme résultant d'éruptions, mais d'éruptions où les matières solides, au lieu d'être lancées en l'air, comme dans les éruptions ordinaires, sont simplement poussées de bas en haut d'une manière analogue à ce qui a lieu dans le phénomène des taupinières. Mais il paraît, d'après M. de Buch, qu'il y en a aussi qui doivent leur origine à un phénomène bien plus important sous le rapport des conséquences que l'on peut en tirer.

654. *Cratères de soulèvements.*—Il est à remarquer, à cet égard, que les élévations coniques formées par les éruptions volcaniques se trouvent souvent au milieu d'une espèce de cirque ou de bassin circulaire, dont les flancs, généralement escarpés, sont plus ou moins interrompus, de manière que, dans quelques endroits, comme à l'île de Palma, dans les Canaries, et à Barren-

Island, au nord des îles Nicobar, le bassin est presque complet, et on ne peut y pénétrer que par une espèce de défilé; tandis qu'au Vésuve le bassin ne présente qu'une moitié de circonférence, nommée le mont Somma.

On a souvent considéré ces espèces de cirques, ou plutôt ces débris de cirques, comme des restes d'un ancien cratère; mais leurs dimensions gigantesques, par rapport à celle des véritables cratères formés par les éruptions, ont fait sentir que cette opinion était inadmissible. On a cherché ensuite à y voir les effets de l'affaissement d'un grand cône d'éruption, et cette supposition ne présente rien d'impossible pour les cas où les restes du cirque sont, comme les cônes d'éruption, composés de terrains volcaniques disposés de la même manière que dans ces cônes. Mais on a remarqué que les masses qui forment ces restes de cirques sont quelquefois composées de couches qui se relèvent uniformément en convergeant vers le centre du cirque. On a également observé que les crêtes de ces cirques constituent en général le point culminant du massif dans lequel ils se trouvent; l'ensemble des pentes de ce massif formant comme une espèce de cône surbaissé. On a remarqué, enfin, que souvent les enfoncements dont nous avons parlé sous le nom de cirques (29) présentent des dispositions tout à fait semblables, sans que l'on y aperçoive aucune trace d'éruption ni de terrain volcanique.

Ces diverses circonstances ont porté M. de Buch à voir dans ces cirques le résultat d'un soulèvement occasionné par des matières qui, poussées de bas en haut, comme celles des éruptions, n'auront pu, ainsi que ces dernières, se faire jour, et auront, en conséquence, soulevé la masse sous laquelle ces matières faisaient leur effort; d'où M. de Buch a donné à ces cirques le nom de *cratère de soulèvement.*

M. de Buch ne voit, en conséquence, dans ces cirques que le résultat du premier effort de la nature pour établir un volcan, effort qui est demeuré imparfait dans les lieux où il n'y a pas de cratère d'éruption. Pour qu'un volcan ait eu son entier développement, dit cet illustre géologiste, il faut qu'il soit constitué comme celui du pic de Teyde à Ténériffe, où l'on voit au milieu d'un vaste cratère de soulèvement, un énorme cône d'éruption par le cratère duquel il ne se fait plus d'éruption, les dernières qui ont eu lieu s'étant faites par des bouches latérales qui ont successivement cessé d'agir, en commençant par les plus rapprochées du sommet. Le pic de Ténériffe est donc, dit M. de Buch, un volcan qui, après avoir eu tout son développement, est parvenu à une extrême vieillesse, et qui se trouve ainsi réduit au même état que ceux qui sont demeurés imparfaits, ou qui, peut-être, sont encore dans l'enfance.

655. *Affaissements.* — Si, d'un côté, les phénomènes volcaniques font sortir de terre des montagnes entières, d'autres fois ces phénomènes en font disparaître, et l'on voit quelquefois des parties de sol s'affaisser, et surtout des cônes volcaniques s'écrouler avec un fracas épouvantable.

656. *Dégagement de chaleur et de lumière.*—Les éruptions volcaniques sont ordinairement accompagnées de dégagement de chaleur et de lumière; et on conçoit aisément qu'une coulée de laves qui se répand sur le sol doit développer une chaleur considérable, et paraître, pendant la nuit, comme un torrent de feu : il en est de même des matières lancées à l'état solide, qui, sans être assez chaudes pour conserver ou pour prendre l'état liquide, le sont encore assez pour être lumineuses pendant la nuit; aussi paraît-il que l'on a souvent parlé de flammes qui s'échappent des volcans, tandis qu'il ne s'agissait que de l'état d'incandescence des matières pierreuses; mais, comme les volcans dégagent aussi du gaz hydrogène et quelquefois des matières fuligineuses, on sent qu'il peut y avoir de véritables flammes dans le nombre des phénomènes que présentent leurs éruptions.

657. *Phénomènes météorologiques.* — Ces éruptions sont aussi très-souvent accompagnées de phénomènes météorologiques, tels que de fortes pluies, de nombreux éclairs et de violents coups de tonnerre. Ces phénomènes paraissent avoir pour double cause la grande quantité de vapeur aqueuse qui s'échappe du volcan, et le développement d'électricité occasionné par le frottement de ces nuages épais qui roulent les uns sur les autres.

658. *Volcans centraux et volcans alignés.* — M. de Buch divise les volcans en *volcans centraux* et en *volcans alignés* : les premiers constituent toujours le point central d'une grande quantité de bouches d'éruption, réparties presque également à l'entour; les seconds sont rangés en ligne droite, l'un à la suite de l'autre, et souvent à de petits intervalles. Tantôt, dit encore M. de Buch, ils s'élèvent du fond de la mer, comme des îles coniques isolées, et alors une chaîne de montagnes primordiales court près d'eux dans une direction parallèle : ils semblent en marquer le pied; tantôt les volcans sont placés sur la crête de la chaîne des montagnes et en forment les sommités.

659. *Volcans en activité et volcans éteints.* — Les volcans ne sont pas toujours en activité, ils ont, au contraire, des interruptions plus ou moins longues; et l'on désigne par le nom de *volcans éteints*, ceux que les hommes ne se souviennent pas d'avoir vus en état d'éruption, et qui cependant ressemblent, par leurs caractères géographiques et géognostiques, aux volcans en activité. Ces derniers sont beaucoup moins abondants que les volcans éteints, et le plus souvent ils se trouvent au milieu d'un groupe de ceux-ci dont ils semblent être les restes; ce qui annonce que les phénomènes volcaniques ont eu beaucoup plus d'intensité qu'ils n'en ont à présent. Cependant les intermittences, plus ou moins longues, qui existent entre les éruptions des volcans en activité, sont cause que l'on ne peut point assurer qu'un volcan que l'on considère comme éteint, ne se remettra plus en activité. Il paraît même que plus les interruptions sont longues, plus les éruptions sont violentes; c'est ainsi que de toutes les éruptions connues du Vésuve, la plus

violente est celle de l'an 79, qui a détruit les villes de Pompéia, d'Herculanum et de Stabia, et qui a eu lieu à une époque où l'on n'avait aucun souvenir d'éruptions antérieures, quoiqu'il y en eût déjà eu, puisque l'on avait employé des produits volcaniques dans les constructions de ces villes.

Lorsque les éruptions durent très-longtemps sans interruption, elles n'ont plus tous ces caractères dévastateurs, et elles se resserrent dans de certaines limites; c'est ainsi que le petit volcan de Stromboli, dans les îles Éoliennes, qui n'a point encore été vu en repos depuis le temps de Strabon, ne présente qu'une espèce de fournaise ardente, ou un bain de laves fondues, dans un état d'agitation et de bouillonnement continuel, d'où s'élèvent des jets de matières incandescentes qui retombent sur elles-mêmes.

660. *Principaux volcans en activité.* Les volcans les plus remarquables par l'intensité de leurs éruptions et par l'élévation des montagnes qu'ils ont formées, sont ceux d'Amérique. Les uns s'étendent au sommet des Andes sur une ligne de près de 1,500 myriamètres dirigée dans le sens du continent; les autres forment dans le Mexique des lignes qui, au contraire, traversent le continent de l'est à l'ouest.

En Europe, on remarque principalement l'Etna, le Vésuve et le Stromboli dans le royaume des Deux-Siciles. En Afrique, les volcans des îles Canaries et de l'île Bourbon; et en Asie, ceux du Kamtschatka et des îles de la Sonde. Les volcans en activité sont très-abondants dans l'Océanie. En résumé, M. Ordinaire compte 205 volcans brûlants, dont 107 sont dans des îles, et 98 sur les continents; mais, en général, à de petites distances des mers. On a cependant lieu de croire qu'il existe un volcan dans la Dzoungarie, c'est-à-dire, dans la partie la plus centrale de l'Asie continentale.

661. *Cause des volcans.* — Les volcans présentent des phénomènes trop importants pour que l'on n'ait pas cherché à se rendre raison des causes qui les produisent; mais ce que nous voyons de ces phénomènes ne nous permet de faire, sur leur origine, que des hypothèses plus ou moins hasardées.

662. *Hypothèse des incendies.* La ressemblance de certains phénomènes volcaniques avec ce qui se passe dans nos fourneaux de fusion, et la manière dont nos mines de houille s'enflamment spontanément, ainsi qu'on le verra ci-après, a donné l'idée que ces phénomènes devaient aussi être attribués à l'inflammation de matières combustibles occasionnée par des décompositions analogues à celles des pyrites. Mais on a assez généralement senti l'insuffisance de cette hypothèse, lorsque la nature des matières rejetées par les volcans a été mieux étudiée, et que, la combustion étant mieux connue, on a fait attention que la décomposition des pyrites et l'inflammation des matières combustibles ne pouvaient avoir lieu sans le contact de l'air.

663. *Hypothèse du contact de l'eau avec les métaux non oxydés.*—Les découvertes de Davy sur la nature des métaux qui forment les bases des terres

et des alcalis, ont donné lieu, dans ces derniers temps, d'imaginer diverses hypothèses fondées sur la supposition que ces métaux se trouvent en dessous de l'écorce oxydée de notre globe, dans un état qui leur donne pour l'eau une affinité telle que, quand ce liquide les atteint, il s'opère des combinaisons et des décompositions rapides qui développent une chaleur assez forte pour fondre les mélanges terreux voisins des lieux où se produit cette vive action chimique, et donnent naissance à des gaz et à des vapeurs qui, cherchant à se répandre dans l'atmosphère, ébranlent et soulèvent l'écorce du globe, et poussent ou entraînent d'autres matières avec eux. Ces hypothèses, qui sont à la hauteur des connaissances actuelles et qui expliquent, d'une manière satisfaisante, les phénomènes des volcans et des tremblements de terre, paraissent cependant susceptibles d'une grande difficulté, c'est que l'on ne conçoit pas comment s'établit cette communication continuelle de l'eau superficielle avec les matières métalliques de l'intérieur; car, en supposant qu'une cause quelconque ait établi cette communication, il doit bientôt se faire, à la surface des matières non oxydées, une croûte oxydée qui empêchera la continuation du contact immédiat de l'eau et des matières non oxydées, et qui, par conséquent, mettra un terme aux combinaisons et aux décompositions qui résultaient de ce contact.

664. *Hypothèse de la chaleur centrale.* — Il semble donc, sans vouloir exclure entièrement l'idée de l'oxydation des métaux, qu'il convient de chercher une cause plus constante, c'est-à-dire, qui, se rattachant à quelques-uns des grands phénomènes qui doivent se passer essentiellement dans l'intérieur de la terre, ne soit point subordonnée au contact accidentel de corps entre lesquels la nature semble tendre continuellement à placer des intermédiaires. Or, il paraît que l'on peut trouver cette cause dans le refroidissement qu'éprouve le globe.

Nous avons vu (639) que les observations faites sur la température intérieure de l'écorce de notre planète, prouvent que celle-ci est douée d'une chaleur indépendante de celle que l'action du soleil développe à sa surface; nous avons vu également que la physique nous apprend qu'une partie de cette chaleur devant se perdre dans les espaces planétaires, par les effets du rayonnement, il en résulte un refroidissement continuel, susceptible d'être calculé; nous avons vu enfin que la chaleur intérieure augmente avec la profondeur, de manière que, d'après les estimations de M. Cordier, il doit y avoir, à une profondeur moyenne d'environ dix myriamètres, une chaleur suffisante pour fondre la plupart des roches qui forment l'écorce du globe.

Or, nous pouvons tirer de ces données deux conséquences susceptibles de jeter quelque lumière sur la question qui nous occupe : la première, c'est qu'il se trouve en-dessous de l'écorce du globe une masse à l'état de fluidité ignée et d'un volume immense par rapport à celui de l'écorce, puisque dix

myriamètres font moins de la soixantième partie du rayon terrestre ; la seconde, c'est que la partie extérieure de la masse fluide tend continuellement à passer à l'état solide, et se réunit à la partie inférieure de l'écorce, dont l'épaisseur s'accroîtra journellement jusqu'à ce que le globe ait perdu assez de chaleur pour être entièrement passé à l'état solide.

Ces deux conséquences une fois établies, et, quoique l'observation directe en soit impossible, elles paraissent peu susceptibles d'être contestées, tout semble annoncer que l'on doit placer le point de départ des phénomènes volcaniques dans la partie supérieure de la masse fluide qui tend à passer à l'état solide, ce qui rend raison de la plupart des particularités qui caractérisent ces phénomènes.

On conçoit, par exemple, que le dégagement de chaleur n'est qu'une conséquence de la haute température qui règne dans les parties du globe d'où proviennent la plupart des matières rejetées par les volcans. La grande ressemblance de ces matières entre elles, quelles que soient les portions du globe où elles se trouvent, ou quelle que soit la nature du sol dont elles paraissent sorties, et leur différence des roches qui ont un autre mode de formation, ne sont, dans cette manière de voir, que des conséquences de l'identité du point de départ et de l'éloignement où ce point de départ se trouve de la surface de la terre. L'abondance des matières gazeuses, qui se dégagent dans les éruptions volcaniques, peut aussi s'expliquer très-facilement ; car ce que l'on voit dans nos ateliers, et la production de gaz qui accompagne presque toujours la solidification des laves arrivées liquides à la surface du globe, nous portent à croire que, quand la partie extérieure de la masse liquide change d'état, elle ne passe pas en entier à l'état solide ; mais qu'il s'y opère des décompositions dont le résultat est d'en faire passer une partie à l'état de gaz qui tendent à se répandre dans l'atmosphère.

665. On conçoit plus difficilement la cause qui produit l'ascension et l'éjaculation à la surface des matières liquides et solides rejetées par les volcans. M. Cordier, qui a abordé cette question dans un mémoire publié en 1827 *, établit, en premier lieu, que, d'après le peu d'épaisseur de l'écorce du globe et les innombrables solutions de continuité qui la traversent, et qui résultent, soit de la stratification, soit de la contraction due au refroidissement progressif, soit des bouleversements, cette écorce doit jouir d'une certaine flexibilité, qui est entretenue, tant par la continuation du refroidissement que par les tremblements de terre. M. Cordier ajoute ensuite : « Ces conséquences une fois posées, les phénomènes volcaniques sont un résultat simple et naturel du refroidissement intérieur du globe, un effet purement thermométrique ; la masse fluide intérieure est soumise à une pression croissante, qui est occa-

* Mémoires du Muséum d'hist. nat., tome XV, page 161.

sionnée par deux forces dont la puissance est immense, quoique les effets soient lents et peu sensibles; d'une part, l'écorce solide se contracte de plus en plus, à mesure que sa température diminue, et cette contraction est nécessairement plus grande que celle que la masse centrale éprouve dans le même temps; de l'autre, cette même enveloppe, par suite de l'accélération insensible du mouvement de rotation, perd de sa capacité intérieure à mesure qu'elle s'éloigne davantage de la forme sphérique, les matières fluides intérieures sont forcées de s'épancher au dehors sous la forme de laves par les évents habituels que l'on a nommés volcans, et avec les circonstances que l'accumulation préalable des matières gazeuses, qui sont naturellement produites à l'intérieur, donnent aux éruptions. »

M. Cordier, pour prévenir l'objection que la contraction qui résulte de la perte de chaleur qu'éprouve la terre ne serait pas suffisante pour occasionner les éruptions de nos volcans, a calculé le volume des laves rejetées par une forte éruption, et il a trouvé que ce volume était généralement fort inférieur à un kilomètre cube. Or, une telle masse est bien peu de chose relativement à celle du globe, et répartie sur sa surface, elle formerait une couche qui n'aurait pas $\frac{1}{500}$ de millimètre d'épaisseur; d'où il résulte qu'une contraction de l'écorce solide du globe capable de réduire son rayon d'un millimètre, suffirait pour produire 500 éruptions des plus violentes. De sorte que si on évalue à cinq le nombre moyen des éruptions de cette nature, qui ont lieu chaque année, on aura pour résultat que la contraction de la croûte du globe ne diminue le rayon moyen de notre planète que de moins d'un millimètre par siècle, et qu'une contraction de trois centimètres suffirait pour avoir occasionné toutes les éruptions volcaniques qui ont eu lieu depuis trois mille ans, en admettant même que ces phénomènes avaient plus d'énergie au commencement de cette période qu'ils n'en ont maintenant.

On a objecté contre cette hypothèse, que la partie extérieure de l'écorce du globe étant, comme on l'a vu ci-dessus (640), arrivée à une température qui est déjà à peu près en équilibre avec les effets qu'y produit l'action solaire, le refroidissement y est devenu à peu près nul, tandis que les parties intérieures, dont la température est successivement plus élevée, en raison de la profondeur, se trouvant par la même raison en contact immédiat avec une couche dont la température est moins élevée, doivent être dans le cas de se refroidir davantage; de sorte que l'enveloppe extérieure, au lieu de comprimer la masse fluide, devrait devenir trop considérable pour cette masse.

On répond à cette objection qu'il faut distinguer dans l'écorce du globe la partie supérieure de la partie inférieure : la première, à la vérité, ne perdant plus sensiblement de chaleur, est, en quelque manière, arrivée à son maximum de contraction thermométrique; mais il n'en est pas de même de la seconde, qui éprouve encore un refroidissement considérable. Or, la contraction

ne s'exerçant pas selon une même proportion dans les corps de nature différente, et même dans les corps de nature semblable, lorsqu'ils sont dans un état différent, on ne voit aucune impossibilité physique à ce que la partie inférieure de la croûte solide n'éprouve, ainsi que la chose se passe dans le thermomètre, une contraction plus forte que celle de la masse fluide intérieure; tandis que la partie supérieure de l'écorce, dont l'état de dislocation est tel que M. Cordier la compare à un amas de décombres, suit tous les mouvements de la partie inférieure, et contribue avec celle-ci à comprimer le liquide intérieur, non plus par l'effet de la contraction thermométrique, mais par celui de la pesanteur combinée avec le jeu des pièces séparées, d'une manière analogue à ce qui a lieu lors de l'affaissement d'une voûte construite d'éléments imparfaits.

666. Nous n'examinerons pas jusqu'à quel point cette réponse peut soutenir l'hypothèse de la compression par la contraction thermométrique, et nous nous bornerons à dire que M. Élie de Beaumont, qui fonde, ainsi qu'on le verra dans le chapitre suivant, une théorie très-importante sur l'hypothèse contraire, voit le principal agent mécanique des éruptions volcaniques dans les substances gazeuses, dont l'existence, au sein de la masse liquide qui fournit les courants de laves, est attestée par les masses de vapeurs blanchâtres qui continuent à se dégager de leur surface jusqu'à leur entière consolidation. M. de Beaumont pense donc qu'aussitôt qu'un point de la masse fluide interne se trouve mis, d'une manière quelconque, en communication avec l'extérieur, ces gaz venant à se dégager dans tous les points de cette masse qui ne sont pas trop éloignés de l'ouverture, poussent, à travers le nouvel orifice, une partie de cette même masse, devenue elle-même plus légère par la quantité de bulles gazeuses dont elle est pénétrée, ce qui lui donne en quelque sorte la structure d'une éponge liquide; phénomène analogue à celui qui se passe lorsqu'une boisson en fermentation s'échappe du vase où elle était renfermée.

667. Du reste, quelle que soit celle de ces deux hypothèses auxquelles on donne la préférence, on voit que l'ascension et l'éjaculation des matières volcaniques peuvent, ainsi que les autres phénomènes rappelés ci-dessus, être considérées comme une conséquence du refroidissement du globe. D'un autre côté, on conçoit également que, si cette force qui pousse des matières liquides et solides de bas en haut, rencontre un obstacle sur son passage, et que cet obstacle soit d'une nature telle que la croûte solide fléchisse plutôt que de se laisser traverser, il en résultera que cette croûte se soulèvera jusqu'à ce que l'extension de sa capacité ait rétabli l'équilibre entre la poussée et la résistance, ou jusqu'à ce que l'écartement et la fracture de l'écorce aient permis l'éjaculation au dehors, c'est-à-dire qu'ils aient donné lieu à une éruption proprement dite; de sorte que les soulèvements que nous avons vu faire partie

des phénomènes volcaniques, sont, comme le reste de ces phénomènes, un effet du refroidissement graduel de la terre, c'est-à-dire, d'une cause que l'on peut considérer comme constatée par l'application des lois de la physique aux résultats de l'observation sur la température intérieure de l'écorce du globe. Cette cause est d'autant plus satisfaisante, que non-seulement elle est constante, que rien ne peut en arrêter les effets, et qu'elle peut s'associer avec plusieurs autres explications auxquelles on a été conduit par l'examen de faits particuliers; c'est ainsi, par exemple, qu'elle pourrait très-bien s'associer avec l'hypothèse de la décomposition de l'eau par les métaux des terres et des alcalis, puisque l'objection que nous avons faite contre cette hypothèse, prise isolément, devient sans force dès que l'on admet le refroidissement; car ce phénomène, produisant l'ascension de portions de la masse intérieure, donne un moyen de mettre les métaux non oxydés en contact avec des réservoirs d'eau dont les conduits pourraient être considérés comme étant, en quelque manière, débouchés à de certains intervalles par les phénomènes des éruptions.

668. *Tremblements de terre.* — Les *tremblements de terre* ne donnent pas matière à des descriptions aussi poétiques, ni aussi effrayantes que les courants de feu qui s'échappent des volcans; mais ils sont plus désastreux pour les habitants de la terre.

Ces phénomènes consistent dans une agitation plus ou moins violente du sol, ordinairement accompagnée de bruits que l'on compare à celui du canon, au fracas de voitures roulant sur le pavé, ou à d'immenses éboulements.

Quelquefois cette agitation ne dure qu'un instant, et elle est si faible qu'elle ne laisse aucune trace de son passage, et qu'une partie des personnes qui se trouvent sur les lieux ne la ressentent pas; d'autres fois les secousses sont de plus longue durée, se renouvellent à la suite les unes des autres, et sont si violentes que les édifices sont renversés, que le sol se fend en divers sens, que des lacs sont desséchés, que des rivières sont arrêtées dans leurs cours, que des montagnes entières s'écroulent et qu'il s'en élève de nouvelles.

Quelquefois le même tremblement de terre se prolonge à des distances immenses et agite une surface considérable; c'est ainsi que celui du 17 juin 1826 se fit sentir, dit M. Boussingault, dans toute la Nouvelle-Grenade, c'est-à-dire sur une surface de plus de 6,000 myriamètres carrés. D'autres fois les secousses sont concentrées dans un espace très-resserré; c'est ainsi que le tremblement de terre qui a eu lieu dans l'île d'Ischia, près de Naples, le 2 février 1828, a été si violent, rapporte M. Covelli, que l'île paraissait prête à s'ensevelir dans la mer, qu'un village entier, beaucoup de maisons, et tous les murs qui soutenaient des terres, ont été renversés, et que cependant on n'a ressenti aucune secousse, ni dans la petite île joignante de Procida, ni sur les parties voisines du continent.

Les tremblements de terre accompagnent souvent les éruptions volcaniques : « C'est ainsi, dit M. de Humboldt *, qu'en 1797, le volcan de Pasto, à l'est du cours de la Guaytara, vomit continuellement, pendant trois mois, une haute colonne de fumée. Cette colonne disparut à l'instant même où, à une distance de soixante lieues, le grand tremblement de terre de Rio Bamba, et l'éruption boueuse de la Moya, firent perdre la vie à quarante mille individus. L'apparition soudaine de l'île de Sobrina, dans l'est des Açores, le 30 janvier 1811, fut l'annonce de l'épouvantable tremblement de terre qui, bien plus loin, à l'ouest, depuis le mois de mai 1811, ébranla, presque sans interruption, d'abord les Antilles, ensuite les plaines de l'Ohio et du Mississipi, enfin les côtes de Vénézuela, situées du côté opposé. Trente jours après la destruction totale de la ville de Caracas, arriva l'explosion du volcan de Saint-Vincent, île des petites Antilles, éloignée de cent trente lieues de la contrée où s'élevait cette cité. Au moment même où cette éruption avait lieu, le 30 avril 1811, un bruit souterrain se fit entendre et répandit l'effroi dans toute l'étendue d'un pays de 2,200 lieues carrées. Les habitants des rives de l'Apuré, au confluent du Rio Nula, de même que ceux de la côte maritime, comparèrent ce bruit à celui que produit la décharge de grosses pièces d'artillerie ; or, depuis le confluent du Rio Nula et de l'Apuré jusqu'au volcan de Saint-Vincent, on compte cent cinquante-sept lieues en ligne droite. L'intensité de ce bruit était à peine plus considérable sur les côtes de la mer des Antilles, près du volcan en éruption, que dans l'intérieur. »

Mais ce rapport entre les tremblements de terre n'a pas toujours lieu, et M. Boussingault rapporte ** « que les tremblements de terre les plus mémorables de l'Amérique, ceux qui ont ruiné les villes Latacunga, Rio Bamba, Honda, Caracas, la Guayra, Barquisimeto, etc., dans lesquels plus de cent mille personnes ont perdu la vie, n'ont coïncidé avec aucune éruption volcanique bien constatée. Dans les Andes, ajoute ce naturaliste, l'oscillation du sol, due à une éruption volcanique, est pour ainsi dire locale ; tandis qu'un tremblement de terre, qui, en apparence du moins, n'est lié à aucune action volcanique, se propage à des distances incroyables, et dans ce cas on a remarqué que les secousses suivaient de préférence la direction des chaînes de montagnes. Le tremblement qui détruisit Caracas, en 1812, exerça son action suivant la direction de la Cordillière orientale des Andes, en renversant comme des châteaux de cartes toutes les villes situées dans cette direction. »

On a remarqué cependant que les tremblements de terre sont plus fréquents dans les contrées où il y a des volcans, que dans celles où il n'y en a pas ; ils sont plus communs aussi dans les pays de montagnes que dans ceux de plaines,

* Tableau de la nature, édition de 1828, tome II, page 176.

** Bulletin de la société géologique de France, tome VI, page 53.

et ils ont une certaine tendance à agir de préférence dans les lieux qu'ils ont déjà secoués : c'est ainsi qu'on ne cite point de tremblements de terre réellement désastreux dans le nord de l'Europe, tandis que plusieurs villes du midi ont été détruites par ces terribles phénomènes ; mais c'est surtout dans la chaîne des Andes que les tremblements de terre exercent leurs ravages le plus fréquemment ; ils s'y répètent si souvent que M. Boussingault dit « qu'il y a tout lieu de présumer que si l'on enregistrait, dans les endroits peuplés de l'Amérique, tous les tremblements de terre qui s'y font sentir, on trouverait probablement que la terre tremble presque sans interruption. »

Les tremblements de terre se prolongent sous les eaux de la mer, comme dans les autres parties du globe, et l'on sent que, quand la croûte solide sur laquelle reposent les eaux est agitée, celles-ci participent au mouvement ; aussi les navigateurs ont déjà ressenti en pleine mer des secousses qui leur faisaient croire que leurs vaisseaux avaient touché. Mais c'est surtout sur les côtes que ces mouvements sont sensibles : on voit la mer s'agiter, s'éloigner de la terre, y revenir avec violence et submerger des populations entières.

669. La cause des tremblements de terre n'est pas plus susceptible d'être reconnue d'une manière positive, que celle des volcans. Nous dirons seulement que les relations qui existent fréquemment entre ces phénomènes, ainsi que la facilité que nous trouvons à expliquer les mouvements du sol par l'hypothèse indiquée ci-dessus pour l'explication des phénomènes volcaniques, nous porte à voir dans les premiers un résultat de la même cause qui produit les seconds. En effet, dès que l'on admet, ainsi que nous l'avons exposé ci-dessus, que la partie solide du globe que nous voyons à sa surface, n'est qu'une croûte peu épaisse, par rapport à l'étendue du rayon terrestre, au-dessous de laquelle se trouve une masse liquide qui tend à se solidifier, et que ce passage de l'état solide à l'état liquide donne lieu à la formation de gaz, on concevra aisément que ces gaz étant sollicités, par leur nature expansive, à faire des efforts pour gagner la surface extérieure de la terre, il doit résulter de leurs mouvements et des obstacles qui s'y opposent, des secousses et des agitations suffisantes pour produire les effets que nous remarquons dans les tremblements de terre. Dans le nombre de ces obstacles on peut citer en premier lieu les inégalités qui existent probablement à la surface interne de la croûte solide du globe ; car on sent que, si les montagnes sont, comme nous l'indiquerons dans le chapitre suivant, le résultat du soulèvement d'une partie de cette croûte, le fond de nos mers doit correspondre à des inégalités en relief sur la surface interne. On conçoit également que, abstraction faite de cette circonstance, la différence de conductibilité pour la chaleur des matières qui composent la croûte solide, doit suffire pour rendre fort inégale la surface interne de cette écorce. M. Cordier croit même que ces inégalités sont beaucoup plus fortes que celles de la surface extérieure, et il ajoute que l'on pourrait

conclure de ses observations sur la température intérieure, que l'écorce du globe aurait seize myriamètres de plus à Carmeaux qu'à Decise *, tandis que nous avons vu (22) que les plus grandes inégalités de la surface extérieure ne paraissent pas dépasser beaucoup un myriamètre.

670. D'un autre côté, M. Boussingault, frappé de la manière dont les grands tremblements de terre des Andes sont indépendants des éruptions volcaniques, a proposé dans ces derniers temps ** une hypothèse qui consiste à attribuer ces tremblements à un tassement qui s'opérerait dans les montagnes. Partant de l'idée que celles-ci ont été formées par un soulèvement, ainsi que nous l'exposerons ci-après, M. Boussingault suppose que, quand les Andes ont été soulevées, le terrain trachytique, qui en forme la masse principale, était à cet état de solidité que nous appelons sclérique (*Min.* 260), et susceptible de se fracturer plutôt que de se prêter à un changement de forme. Il apporte à l'appui de cette opinion la circonstance que les énormes blocs de trachytes que l'on voit sur ces montagnes ont des angles aigus, souvent même tranchants, et qu'ensuite, là où le trachyte a percé et soulevé des couches de schiste, comme au Tunguragua, ou de micaschiste, comme à l'Antisana, on ne voit nullement un déversement de la roche soulevante sur la roche soulevée. Or on conçoit que, dans ce cas, l'immense quantité de fragments anguleux, qui se sont formés et qui se sont entassés confusément les uns sur les autres, ont laissé une infinité de vides entre eux, que ces vides tendent successivement à se combler par un tassement analogue à celui qu'éprouvent les tas de décombres formés par les travaux de l'homme, et que les gaz renfermés dans les cavités qui se remplissent par les matières solides qui s'éboulent, doivent tendre à s'échapper et agiter le sol dans leur mouvement.

Nous sommes loin de contester une hypothèse aussi ingénieuse, et qui se recommande d'ailleurs par les profondes connaissances de son auteur; nous sommes même porté à croire que ce mode de production des tremblements de terre doit avoir lieu dans certaines circonstances; mais l'hypothèse qui donne à ces phénomènes une cause analogue à ceux des volcans, nous semble avoir le mérite d'être plus générale et de mieux rattacher l'ensemble des grands phénomènes géogéniques.

671. Cependant M. Boussingault cite des faits qui, s'ils étaient bien démontrés, ne laisseraient, pour ainsi dire, plus de doute en faveur de son hypothèse, et qui, tels qu'ils se présentent en ce moment, ont l'avantage d'appeler l'attention des naturalistes sur des phénomènes nouveaux dans l'histoire de la science : ces faits sont l'*abaissement successif des montagnes*.

* Voir la note du nº 659.

** Bulletin de la société géologique de France, tome VI, page 54.

Lorsque Bouguer, Godin et la Condamine se rendirent, il y a un siècle, à Quito, pour des travaux relatifs à la détermination de la figure de la terre, leurs opérations, à la station de Guaguapichischa, étaient très-génées par la neige; cependant, depuis assez longtemps, on n'aperçoit plus de neige sur ce pic. C'est aussi une opinion généralement reçue à Popayan, dit M. Boussingault, que la limite inférieure des neiges qui recouvrent le volcan de Purace, s'élève graduellement; or, cette élévation n'a pu être occasionnée que par deux raisons, ou parce que la température moyenne de la contrée s'est augmentée, ou bien parce que la montagne s'est abaissée, et cependant on n'a aucune raison pour admettre une augmentation dans la température de cette contrée, les observations faites par M. Boussingault et par Caldas, trente ans auparavant, donnant les mêmes résultats. D'un autre côté, toutes les mesures que M. Boussingault a prises dans les Andes, annoncent des hauteurs moindres que celles qui avaient été données trente ans auparavant par Caldas et par M. de Humboldt. Si ces différences de résultat étaicnt dues uniquement à des erreurs d'observations, il serait difficile de concevoir comment ces erreurs auraient agi constamment dans le même sens.

672. *Soulèvements lents.* — Le phénoméne que nous avons indiqué ci-dessus comme produisant le *soulèvement lent* d'une contrée, a beaucoup occupé les naturalistes, sans qu'ils aient pu jusqu'à présent obtenir des données positives à ce sujet. Ce phénoméne a été longtemps désigné sous le nom d'*abaissement de la mer,* et exprimé de cette manière il doit être tout à fait rejeté; car, à côté de quelques cas d'abaissement, plus ou moins susceptibles d'être contestés, on peut citer une foule de faits prouvant que, dans beaucoup de localités, la surface de la mer a conservé la même élévation depuis plus de deux mille ans. Or, la tendance des eaux à prendre un même niveau, ne permet pas de supposer que la surface de la mer ait pu baisser dans certains lieux et conserver son élévation dans d'autres localités peu éloignées; mais, depuis que l'on voit dans les volcans et dans les tremblements de terre un effet du refroidissement de l'intérieur du globe, on a senti qu'il était très-possible que la même cause qui secoue brusquement de grandes portions de cette écorce, et qui fait jaillir de puissantes coulées de laves à l'extérieur, pût soulever d'une manière lente et successive une contrée plus ou moins étendue. On conçoit surtout ce phénomène avec beaucoup de facilité dans l'hypothèse qui assimile l'écorce du globe à une voûte composée d'éléments imparfaits qui s'affaisse (665); puisque, dans ce cas, l'arc formé par cette voûte se resserrant, il doit y avoir quelques voussoirs qui se relèvent par rapport aux autres. Si, au contraire, on admet avec M. Élie de Beaumont (666) que la croûte du globe, au lieu de se contracter comme une voûte qui s'affaisse, conserve son développement, tandis que le noyau intérieur diminue de diamétre; on sent, vu la flexibilité de cette écorce, qu'il doit s'y former des rides, c'est-à-dire,

des parties qui deviennent plus élevées qu'elles n'étaient auparavant par rapport à l'ensemble de la surface.

C'est notamment sur les côtes du golfe de Bothnie, en Suède, que l'on a fait les observations qui ont conduit à admettre l'existence des soulèvements lents, plusieurs observateurs assurant y avoir reconnu que des marques faites sur la côte à la hauteur du niveau de la mer, se trouvent successivement à des élévations plus considérables, et ayant calculé que, dans la plupart de ces lieux, le changement de niveau correspond à un exhaussement de plus d'un mètre par siècle.

673. *Salses.* — Les phénomènes nommés *salses, volcans de boue, volcans d'eau* ou *volcans d'air,* ne sont, pour ainsi dire, que des fontaines où la sortie de l'eau est accompagnée de matières gazeuses et solides, qui, le plus ordinairement, sont lancées par intervalles avec des circonstances qui rappellent les éruptions volcaniques, mais sur une très-petite échelle.

Une des localités où ces phénomènes sont le mieux prononcés, c'est à Turbaco, près de Carthagène, dans la Nouvelle-Grenade, où M. de Humboldt a observé une vingtaine de petits cônes de 7 à 8 mètres de haut, formés d'une marne argileuse d'un gris noirâtre, et portant à leur sommet une ouverture remplie d'eau. Il se fait de ces sommets, à de certains intervalles, un dégagement de gaz, précédé d'un bruit assez fort, mais sourd. M. de Humboldt considère ce gaz comme étant du nitrogène. Ces explosions sont quelquefois accompagnées d'une éjaculation de boue qui s'épanche sur les parois des cônes.

Le versant septentrional des Apennins présente plusieurs phénomènes de ce genre, qui ont été étudiés avec soin. L'un des plus remarquables est le salse de Sassuolo dans le Modénais. On n'y voit, dans les temps ordinaires, qu'une source sortant d'une marne argileuse imprégnée d'un peu de selmarin * et de pétrole. Quelquefois cette argile forme un petit cône par le cratère duquel l'eau s'écoule; d'autres fois celle-ci sort par un simple trou comme dans les fontaines ordinaires; mais cette source a de véritables moments d'éruption, et alors elle lance des jets d'eau, de la boue, du grizou et même des pierres considérables.

Les fontaines jaillissantes des Geysers, en Islande, méritent aussi une mention toute particulière. On y voit une multitude de petits monticules de terres diversement colorés, d'où il sort de fortes sources d'eaux chaudes chargées de beaucoup de silice. La principale de ces fontaines, qui porte particulièrement le nom de Geyser, se trouve sur un monticule de 2 à 3 mètres de haut, composé de matières siliceuses, et qui présente à sa partie supérieure un

* C'est de la présence du selmarin dans les sources qui présentent ces phénomènes dans les Apennins que le nom de *salse* tire son origine.

bassin circulaire, rempli ordinairement d'eau très-limpide, d'une température presque égale à celle de l'eau bouillante, et d'où il s'élève, de temps en temps, des jets d'eau qui s'élancent quelquefois avec une telle rapidité, qu'ils atteignent une élévation de 30 mètres, et peut-être de 100 d'après d'anciens rapports.

674. L'origine de ces phénomènes peut se rattacher à la même cause qui produit les éruptions des volcans; car, dès que l'on admet que ces éruptions sont occasionnées par des gaz qui se forment en dessous de la croûte extérieure du globe, on concevra aisément que, si de petits tuyaux traversés par ces gaz sont susceptibles de s'obstruer, les gaz s'accumuleront et se comprimeront jusqu'à ce que leur force expansive puisse expulser les objets qui s'opposaient à leur passage; et on sent qu'alors il y aura une éruption dont la force sera en rapport avec la puissance de l'obstacle.

On a aussi attribué aux salses une origine moins liée avec les grands phénomènes géologiques, et on a supposé que le gaz qui fait ainsi jaillir l'eau, la boue et les pierres, se forme à de petites profondeurs par la décomposition de matières végétales. Nous convenons qu'il n'est point impossible que des décompositions de ce genre donnent quelquefois naissance à des phénomènes qui ont plus ou moins de rapport avec ceux des salses; mais nous avons peine à concevoir une cause assez constante de décomposition pour pouvoir entretenir pendant des siècles ces phénomènes sur un même point et avec une intensité à peu près uniforme.

675. On doit toutefois éviter de confondre les phénomènes des salses avec les éjaculations boueuses que nous avons dit avoir quelquefois lieu lors de l'affaissement des montagnes volcaniques; celles-ci paraissent devoir être uniquement attribuées à ce que, les voûtes d'une vaste cavité souterraine venant à s'affaisser, les eaux et les boues qui se trouvent dans ces cavités sont obligées de jaillir en dehors. On conçoit, en effet, que les éruptions volcaniques ordinaires laissent des vides à leur suite; car, s'il se forme des gaz lorsque le liquide intérieur passe à l'état solide, ces gaz doivent être dans le cas de produire des effets analogues à ceux qui ont lieu lors de la combustion de la poudre à tirer qui expulse la charge d'un canon; on conçoit également que ces vides se remplissent d'eau; et, si l'on pouvait former des doutes à cet égard, la présence des poissons (650) dans les éruptions boueuses les lèverait bientôt; on conçoit, enfin, que de nouvelles secousses, et peut-être le seul ramollissement des masses qui forment, pour ainsi dire, les pieds droits de ces voûtes, peuvent amener leur chute et celle des matières qui les recouvrent.

676. *Émanations gazeuses.* — Les *émanations gazeuses* sont, comme on l'a vu ci-dessus, un des accessoires des phénomènes que présentent les volcans et les salses; mais, comme il y a des localités dont il ne se dégage que

des gaz, ces émanations doivent aussi figurer d'une manière particulière dans l'énumération des phénomènes naturels.

Il est bien probable que les différents gaz que nous avons dit (648) se trouver dans les éruptions volcaniques, forment aussi des émanations particulières; mais on n'a en général remarqué quc celles qui sont caractérisées par la présence du grizou, du soufre et de l'acide carbonique.

677. *Fontaines ardentes.* — Les premières, qui sont les plus communes et les plus remarquables, sont ordinairement désignées par les noms de *fontaines ardentes* ou de *terrains ardents*, parce que le grizou qui sort de terre, s'enflammant par des causes accidentelles, continue à brûler, comme celui qui s'échappe de nos appareils pour l'éclairage. Ces émanations se remarquent le plus communément dans le voisinage des salses : telles sont celles de Piétra-Mala, dans les Apennins de la Toscane, et celles du temple des Guèbres, près de Backu, sur les bords de la mer Caspienne, où les restes des disciples de Zoroastre viennent encore adorer l'objet de leur culte, et où l'on tire parti de ces feux naturels pour préparer des aliments et faire de la chaux.

678. Il se dégage aussi du grizou dans des lieux où rien n'annonce, comme dans les volcans, les salses et les fontaines ardentes, une communication avec le siége des grands phénomènes géologiques; tel est celui qui se rencontre souvent dans les mines de houille, et dont l'inflammation accidentelle cause quelquefois de si grands désastres. L'origine de ce gaz n'est pas connue; les uns croient qu'il se trouve enfermé dans la houille; d'autres, qu'il est le résultat de décompositions qui se passent dans cette dernière lorsqu'elle est mise en contact avec l'air extérieur.

679. Une troisième sorte d'émanations de grizou a lieu, pendant les saisons chaudes, dans les marais et dans les mares; mais elles sont peu importantes, et leur origine s'explique aisément par la décomposition de matières organiques qui se trouvent enfouies dans la vase.

680. *Solfatares.* — Les émanations gazeuses qui déposent du soufre sont ordinairement désignées par le nom de *solfatares* : elles ont le plus souvent lieu dans des volcans éteints, ou plutôt à peu près éteints, puisque le dégagement des gaz est encore un reste d'activité. Telle est la solfatare de Pouzzoles, près de Naples. Ces émanations contiennent toujours une grande quantité de vapeur d'eau, et on ne sait pas très-bien dans quel état s'y trouve le soufre; il paraît néanmoins qu'il y est, soit à l'état simple, soit à celui d'acide hydrosulfurique, et que l'acide sulfureux que l'on y remarque, provient de la combustion au jour tant de la vapeur de soufre que de l'acide hydrosulfurique.

681. *Mofettes.* — Les émanations d'acide carbonique que l'on désigne souvent par le nom de *mofettes*, se remarquent principalement dans les terrains volcaniques; telle est celle de la grotte du Chien, sur les bords du lac d'Agnano,

près de Naples. On trouve aussi dans les mines, dans les puits et dans d'autres cavités souterraines, de l'acide carbonique, dont l'origine paraît devoir être attribuée à la décomposition de matières organiques ou d'autres substances contenant du carbone, et que, par cette raison, on ne doit pas confondre avec celui qui, formant des courants à peu près constants, paraît être le résultat des mêmes causes que celles que produisent les éruptions volcaniques.

682. *Sources de pétrole.* — Les *sources de pétrole* sont aussi des phénomènes très-rapprochés des salses et des fontaines ardentes, car on sait que cette matière ne diffère pour ainsi dire du grizou que parce qu'elle est à l'état liquide au lieu d'être à l'état gazeux, et on sent que les gaz qui traversent l'écorce du globe peuvent être quelquefois dans le cas de se liquéfier, plutôt que de conserver leur état gazeux. On a aussi attribué l'origine du pétrole à des décompositions ou à des distillations de dépôts superficiels; mais on conçoit difficilement comment des phénomènes de cette nature peuvent donner naissance à des produits constants et sans que l'on voie des traces d'incendie. Il paraît au contraire beaucoup plus simple de voir dans l'origine du pétrole un effet de la même cause qui produit les phénomènes ignés, et cette manière de voir, si conforme à la simplicité des opérations de la nature, a encore, dans le cas actuel, l'avantage de nous expliquer pourquoi les sources de pétrole et les bitumes en général se trouvent presque toujours dans le voisinage des salses, des fontaines ardentes et des dépôts volcaniques.

L'une des plus abondantes de ces sources se trouve près de Backu, que nous venons de citer pour ses fontaines ardentes.

683. *Incendies de roches combustibles.* — Les *incendies de roches combustibles,* telles que la houille, l'anthracite, le lignite, ont été rapprochés des grands phénomènes ignés dont nous venons de parler, et sont ordinairement désignés par l'épithète de spontanés, parce qu'effectivement ils doivent assez communément leur origine à la décomposition des pyrites; mais, comme celles-ci, ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer, ne se décomposent qu'autant qu'elles sont exposées au contact de l'air, et que les roches combustibles ne peuvent brûler qu'autant qu'elles aient aussi ce contact, ces incendies ne prennent ordinairement naissance que dans les lieux où les travaux des mineurs ont préparé ces deux circonstances; aussi parvient-on quelquefois à les éteindre en bouchant toutes les communications entre l'air extérieur et les couches combustibles. Mais souvent on croit avoir atteint ce but, lorsque l'on a seulement arrêté la marche de l'incendie, et, si l'on rouvre des communications avec l'air extérieur, le feu reprend toute sa force. Ces incendies peuvent durer un temps extrêmement long. C'est ainsi qu'il existe près de Planitz, en Saxe, une mine de houille qui brûlait déjà de

temps immémorial, il y a trois siècles, et qui n'était point encore éteinte en 1801, malgré les mesures que l'on avait prises à cet effet.

Ces incendies souterrains brûlent non-seulement les couches combustibles, mais ils altèrent plus ou moins, selon leur force, les autres roches environnantes. Souvent ils se bornent à faire passer les schistes et les argiles à un état analogue à celui des briques; mais quelquefois la chaleur est assez forte pour que ces roches prennent une texture scoriacée et un aspect vitreux, et pour qu'elles soient transformées en porcellanite. Les vapeurs sulfureuses et ammoniacales qui s'échappent des matières en combustion, donnent aussi naissance à des substances salines, notamment à de l'alun et à de la couperose, qui font l'objet d'exploitations plus ou moins avantageuses.

Quelquefois les masses de combustibles incendiées sont assez puissantes pour que les couches supérieures s'affaissent et se brisent en culbutant, de manière que le bouleversement s'étend jusqu'à la surface du sol.

CHAPITRE II.

DU DÉLUGE.

684. *Observation préliminaire.* — Nous avons fait connaître, dans le livre second, un terrain qui ordinairement se trouve immédiatement au-dessous des dépôts résultant des phénomènes qui ont fait le sujet du chapitre précédent, et qui est composé de débris qui paraissent avoir été transportés par les eaux dans des positions où les cours d'eau actuels ne peuvent atteindre; et nous avons conservé à ce groupe le nom de terrain diluvien, sous lequel on l'a souvent désigné, parce que l'on a pensé qu'il devait son origine à une vaste inondation, dont la Genèse et d'autres monuments historiques font mention, sous le nom de *déluge*, comme ayant ravagé les terres habitées avec une violence et surtout avec une étendue dont on n'a plus eu d'exemple depuis lors. Toutefois il y a eu lieu de croire que les divers dépôts que nous avons rangés dans le terrain diluvien, sont le résultat de plusieurs et non d'une seule catastrophe; mais cette circonstance ne s'oppose pas à ce que nous continuions à considérer le nom de déluge comme s'appliquant à la dernière de ces révolutions, et que nous en recherchions les causes, sans craindre de nous appuyer sur des effets qui proviendraient de catastrophes antérieures, puisque tout nous prouve, ainsi qu'on le verra ci-après, que ces catastrophes étaient des phénomènes de même nature, produits par les mêmes causes.

685. *Causes du déluge.* — Or, ce qui se passe actuellement nous porte à croire que le déluge ne peut avoir eu lieu que par l'effet de pluies immenses, par celui d'une sortie extraordinaire d'eau du sein de la terre, ou par le déplacement des eaux de la mer, occasionné soit par des vents violents, soit par l'attraction d'un corps céleste, soit par l'affaissement d'anciens continents, soit, enfin, par l'exhaussement d'une partie des continents actuels *. Nous

* M. Élie de Beaumont, dans son important ouvrage sur l'âge relatif des montagnes (*Annales des sciences nat.*, tom. XVIII et XIX) suppose aussi que les énormes amas de débris

allons successivement passer en revue ces six hypothèses, pour voir celle qui mérite le plus de confiance.

686. *Hypothèse des pluies.* — L'existence de pluies assez abondantes pour avoir inondé toutes les terres découvertes et pour avoir transporté des quartiers de rochers à des hauteurs considérables, peut difficilement, ou plutôt ne peut pas se concevoir d'après les règles de la météorologie; mais, en supposant le fait possible, l'hypothèse serait encore sujette à des difficultés insurmontables; d'abord on ne concevrait pas comment la nature, après avoir été douée d'une force évaporatrice aussi considérable, serait brusquement passée à son état actuel, qui en est si différent sous ce rapport. Il est à remarquer ensuite que les eaux du déluge ont agi à l'inverse de ce qu'elles auraient dû faire si elles avaient tiré immédiatement leur origine des pluies; car les hautes sommités des montagnes, placées souvent au-dessus des nuages et qui, par leur position élevée et leur forme pointue, ne pourraient recevoir de puissants courants d'eaux, sont précisément les parties du globe où les traces des révolutions de celui-ci se manifestent le plus fortement, ainsi que le prouvent leur aspect déchiré et l'abondance de leurs débris dans les dépôts diluviens.

687. *Hypothèse des éjaculations aqueuses.* — L'hypothèse qui ferait sortir de l'intérieur de la terre une quantité d'eau suffisante pour inonder des continents entiers, ne paraît pas plus compatible avec l'ordre actuel des choses que celle des pluies; car, de même que nos pluies sont en rapport avec les effets de l'évaporation, la quantité d'eau qui sort maintenant de l'intérieur de la terre est également en rapport avec celle que lui fournit l'imbibition des eaux pluviales, puisque les monuments historiques nous apprennent que le niveau de la mer n'a pas sensiblement changé depuis deux à trois mille ans. D'un autre côté, quand on a étudié l'état actuel de notre globe et les causes qui ont pu concourir à lui donner cet état, on sent que l'idée de faire sortir brusquement de l'intérieur de la terre une immense quantité d'eau et de l'y faire ensuite rentrer, est une hypothèse purement gratuite, qui ne peut s'appuyer sur les phénomènes qui ont lieu actuellement, et dont l'explication théorique ne peut s'associer avec les faits qui nous mettent à même de juger des phénomènes plus anciens.

688. *Hypothèse des vents.* — L'hypothèse qui attribuerait le déluge au

que l'on voit au pied des Alpes, ont dû leur transport à la fonte des neiges, occasionnée par la chaleur qui se serait dégagée lors du soulèvement de la partie orientale de ces montagnes : or, outre que ce phénomène ne doit être considéré que comme une circonstance particulière aux lieux où il existait déjà des montagnes assez élevées pour être couvertes de neiges, il est à remarquer qu'il rentre entièrement dans l'hypothèse du soulèvement, dont il n'est qu'une des conséquences accidentelles.

déplacement des mers par l'action des vents, présente les mêmes difficultés que celle des pluies; car on ne conçoit pas quelle cause aurait pu produire de semblables vents, ni pourquoi cette cause aurait cessé brusquement avec le déluge; sans compter que ces eaux, ainsi déplacées, n'auraient pu produire tous les effets qui sont résultés de cette catastrophe.

689. *Hypothèse de l'attraction céleste.* — Cette dernière considération nous semble aussi devoir faire rejeter l'hypothèse du déplacement de la mer par l'action attractive d'un corps céleste, quoique ce phénomène pourrait être admis sous le rapport théorique.

690. *Hypothèse des affaissements.* — L'hypothèse du déplacement des eaux par un grand affaissement des anciens continents, pourrait expliquer plusieurs phénomènes qui ne peuvent se concilier avec les hypothèses précédentes; mais elle est aussi sujette à une grande difficulté : c'est que l'état de l'écorce du globe est précisément l'inverse de ce qu'il devrait être, si la forme de cette écorce lui avait été donnée par des catastrophes de ce genre. En effet, dans ce cas, les sommets des montagnes seraient les parties des terres actuelles qui auraient été le moins dérangées de leur position primitive, et seraient, par conséquent, celles où le sol présenterait le moins de traces de bouleversement; ce qui est tout à fait contraire à l'état des choses, le sol de nos plaines paraissant, en général, avoir été beaucoup moins dérangé que celui des montagnes.

691. *Hypothèse des soulèvements.* — Il nous reste maintenant à examiner l'hypothèse du déplacement des eaux par suite du soulèvement de certaines parties de l'écorce du globe, et nous allons la considérer tant sous le rapport de la possibilité que sous celui de la concordance des effets qu'elle aurait dû produire avec ceux qui ont eu lieu.

Nous avons vu, dans le chapitre précédent, que les phénomènes volcaniques déterminent quelquefois le soulèvement de certaines parties du sol, et nous avons fait sentir que si la force qui produit l'ascension et l'éjaculation de matières fluides, dans les éruptions ordinaires, rencontrait sur son passage un obstacle tel qu'il fût plus difficile de traverser l'écorce que de la soulever, il devait s'opérer un soulèvement dans une partie de cette écorce.

Il ne s'agit donc, pour savoir si l'on peut admettre l'existence de soulèvements suffisants pour avoir occasionné un déplacement d'eau capable de submerger une partie des continents, que d'examiner si l'observation des faits relatifs à l'histoire des volcans et les hypothèses que l'on fait pour expliquer leur origine, nous permettent de supposer l'existence de phénomènes aussi étendus, qui ne se seraient plus renouvelés depuis un grand nombre de siècles.

Or, l'étude des volcans nous a fait connaître, sous le premier rapport, deux circonstances bien remarquables. L'une est le grand nombre de volcans éteints (659) qui prouvent que les phénomènes volcaniques ont été bien plus

développés qu'ils ne le sont maintenant; l'autre est l'intermittence des volcans et leur redoublement d'énergie après des périodes de tranquillité (659).

Quant aux considérations théoriques, nous avons vu que l'observation de la température de l'écorce du globe, combinée avec les lois sur l'équilibre de la chaleur, prouvaient que le globe jouit d'une chaleur indépendante de celle que l'action des rayons du soleil développe à sa surface, et que cette chaleur diminue journellement par les effets du rayonnement vers les espaces planétaires. Nous avons vu également que c'est à ce refroidissement constant que l'on doit attribuer l'existence des volcans et des autres phénomènes ignés. Il nous faut donc examiner si nos observations et nos théories sur le refroidissement nous permettent de supposer, non-seulement l'existence de phénomènes beaucoup plus énergiques que ceux qui se passent actuellement dans le globe, mais encore la cessation brusque ou la suspension de ce développement d'énergie.

692. Voyons d'abord ce qui se passe dans les corps exposés au refroidissement sous nos yeux, et prenons pour premier exemple celui dont la solidification s'opère le plus souvent autour de nous, c'est-à-dire, l'eau. Or, on sait que si de l'eau renfermée dans un vase est exposée à la gelée, on la verra passer presque entièrement à l'état solide avant d'avoir fait de mouvement sensible; mais qu'il arrivera ensuite une espèce de révolution subite, telle que le vase se brisera, ou bien, s'il offre assez de résistance pour empêcher cet accident, telle qu'il se formera sur la surface de la glace des espèces de protubérances qui, comparées à la masse, seront des élévations infiniment plus considérables que les plus hautes montagnes par rapport au volume du globe. Enfin, si le refroidissement continue après cette révolution, le morceau de glace n'éprouvera plus qu'une contraction thermométrique proportionnée au nombre de degrés.

On observe aussi de ces phénomènes instantanés, lorsque l'on fait refroidir des matières métalliques ou terreuses passées à l'état de fluidité ignée; et les personnes qui emploient ces matières sont souvent obligées de recourir à des précautions pour empêcher que, dans certaines périodes du refroidissement, la matière n'éclate et ne se fende en plusieurs pièces. Ces circonstances sont toujours plus prononcées à mesure que le volume est plus considérable, et que, tandis qu'une petite boule de verre se solidifie sans accident, une grande masse de cette matière, abandonnée à elle-même, ne se refroidira pas sans se fendre en divers sens. On remarque également que plusieurs métaux fondus ne conservent pas, en se figeant, la surface plane qu'ils avaient lorsqu'ils étaient liquides, mais qu'il y a une certaine époque du refroidissement où il se forme à leur surface des aspérités, qui sont aussi bien plus considérables par rapport à la masse, que les montagnes par rapport à la terre.

Quoique la physique nous apprenne qu'une partie de ces phénomènes est

due à des circonstances qui ne peuvent se présenter dans le refroidissement du globe, il n'est pas moins vrai qu'ils nous familiarisent avec l'idée que ce refroidissement peut aussi offrir de ces accidents instantanés, c'est-à-dire, des révolutions qui agissent avec une grande énergie, et qui sont immédiatement suivies par des périodes beaucoup plus tranquilles.

693. Si nous examinons maintenant ce qui a dû se passer dans le refroidissement du globe, nous sentirons en premier lieu qu'il y a eu une époque où la chaleur se perdait beaucoup plus rapidement qu'à présent, par la double raison qu'un corps chaud placé dans une enceinte froide se refroidit plus promptement dans le commencement que dans toute autre période, et ensuite parce que l'action solaire développe à la surface de la terre une chaleur particulière qui fait maintenant une espèce d'équilibre entre la communication de la chaleur intérieure à la surface, et le rayonnement de la surface vers les espaces planétaires (640). Nous pouvons ensuite déduire de cette première considération, deux autres conséquences: l'une est que le globe a été doué d'une température beaucoup plus élevée que celle dont il jouit maintenant; la seconde, c'est que l'écorce solide a été beaucoup moins épaisse qu'elle n'est actuellement.

694. Ces trois données une fois établies, voyons ce qui a dû se passer dans chacune des deux hypothèses que nous avons rappelées à l'occasion des phénomènes volcaniques (665 et 666).

Dans la première, c'est-à-dire, dans celle de la simple compression, on conçoit que, quand la croûte du globe était plus mince, plus chaude et plus flexible, la force qui produit maintenant l'ascension des matières volcaniques devait opérer bien plus de soulèvement qu'à présent, et donner à ces soulèvements une étendue bien plus considérable. Car, d'un côté, la contraction devait se faire beaucoup plus rapidement, la production des gaz devait être bien plus abondante et la résistance de la croûte bien moindre; tandis que, cette croûte s'épaississant continuellement, on conçoit un terme où, devenue trop épaisse, elle ne se sera plus laissé soulever sur une grande étendue, et où les matières qui agissaient en dessous se seront seulement ouvert des canaux étroits pour parvenir à la surface, c'est-à-dire qu'au lieu de grands soulèvements, il n'y aura plus eu que des éruptions volcaniques, ou quelquefois de petits soulèvements, lorsque les canaux se seront trouvés obstrués dans certaines parties de l'écorce du globe.

695. Dans la seconde hypothèse, c'est-à-dire, dans celle qui suppose que la masse intérieure du globe se contracte davantage, par le refroidissement, que son écorce extérieure, on sent que celle-ci deviendra trop grande pour celle-là. D'un autre côté, comme cette écorce est douée d'un certain degré de flexibilité (665), elle suivra en grande partie, mais d'une manière tout à fait insensible, le mouvement de retrait de la masse fluide intérieure, sauf que, dans certains points, l'excédant de dimension de l'écorce déterminera la

formation de rides qui se formeront d'abord d'une manière lente et presque insensible ; mais il devra arriver un moment où le diamètre de l'écorce deviendra tellement différent de celui de la masse fluide, que cette action lente et insensible sera insuffisante, et qu'il se formera une fracture brusque, par la même raison qu'un arc que l'on courbe, après avoir fléchi pendant un certain temps, finit par se rompre d'une manière violente.

696. On voit, par ce qui précède, que les deux hypothèses que l'on a déduites de la théorie du refroidissement conduisent également à admettre que les élévations du sol ont été produites par des soulèvements dont la majeure partie s'opère par des révolutions brusques. Si maintenant nous examinons l'état actuel de la partie de l'écorce du globe que nous connaissons, nous verrons que les choses sont précisément telles qu'elles doivent être, dans le cas où ces phénoménes auraient eu lieu ; mais qu'il y a même des faits absolument impossibles à expliquer dans toute autre hypothèse.

Tel est notamment celui de la présence, à plusieurs milliers de mètres, de roches qui, renfermant des restes d'animaux marins, doivent avoir été formées sous les eaux de la mer. Or, quels que soient les phénomènes extraordinaires que l'on puisse supposer pour expliquer le séjour des eaux à une semblable hauteur, tels que le déplacement de la position astronomique du globe, ou l'existence d'une masse d'eau immensément plus considérable que celle qui existe actuellement, ces hypothèses sont tout à fait insuffisantes pour expliquer le fait qui nous occupe, depuis que l'étude de la géognosie nous a prouvé que les terrains tritoniens qui se trouvent à 6,000 mètres de hauteur dans les Alpes, se formaient sous la mer à la même époque où les plaines de la Bresse et celles des environs de Paris étaient couvertes par des lacs d'eau douce, dont les rivages étaient ombragés par des forêts de palmiers, habitées par une grande quantité d'animaux terrestres.

D'un autre côté, on conçoit que si des montagnes étaient soulevées du fond de la mer, le double mouvement des masses solides qui s'élevaient, et des masses liquides qui tendaient à reprendre leur niveau, a pu produire d'immenses inondations sur les terres découvertes, et y transporter une grande quantité de débris. Le phénoméne du soulévement explique aussi de la manière la plus satisfaisante l'aspect déchiré de la plupart des sommets de montagnes, et la ressemblance que la plupart de nos vallées offrent avec des fentes et des crevasses.

697. *Origine des vallées.* — Cette dernière considération nous conduit à parler de l'origine des vallées, l'une des questions les plus importantes et en même temps les plus controversées de la géologie ; question que nous eussions été mieux à même d'étudier à la fin de cet ouvrage, mais dans laquelle les phénomènes diluviens jouent un si grand rôle que nous avons cru préférable de la traiter en ce moment.

L'une des opinions qui ont été les plus répandues à ce sujet, c'est que tous ces enfoncements ont été creusés par les eaux; mais, si nous cherchons à reconnaître comment celles-ci ont pu produire de semblables résultats, nous trouverons que la théorie, aussi bien que l'observation de ce qui s'est passé depuis que l'état du globe est constaté par des monuments historiques, rendent cette opinion bien difficile à admettre.

En effet, l'eau ne peut couler que d'un point élevé vers un point plus bas; de sorte que, si toutes les vallées étaient le résultat du passage des eaux, elles auraient toutes la direction de la pente générale du sol, et l'on ne verrait jamais une rivière traverser une chaîne de montagnes plus élevées que la plaine où elle prend sa source; ce qui a cependant lieu dans un grand nombre d'endroits (33).

698. D'un autre côté, si nous examinons les effets que les eaux exercent maintenant sur les matières qui forment la croûte solide du globe, nous verrons que cette action ne se fait sentir, d'une manière prononcée, que sur les matières meubles ou friables qui se désagrégent facilement, et que tous les nouveaux lits que se creusent nos rivières sont toujours pratiqués dans des sables ou dans d'autres dépôts meubles, tandis que les monuments historiques nous apprennent que les fleuves les plus forts et les flots les plus fougueux se brisent depuis des milliers d'années sur certains rochers, sans leur avoir fait éprouver de changements sensibles; d'où il résulte, que si les vallées avaient été produites par l'érosion des eaux, elles se seraient établies bien plutôt dans les dépôts meubles que dans les masses cohérentes, ce qui est précisément le contraire de ce qui a lieu; car nous voyons non-seulement que les vallées les plus profondes et les mieux prononcées se trouvent toujours bordées de rochers escarpés très-cohérents, mais que ces mêmes vallées, ou plutôt les cours d'eau auxquels elles servent d'écoulement, sont arrêtés par des dépôts meubles, qui les forcent, pour ainsi dire, à rebrousser chemin. C'est ainsi, par exemple, que le Rhône qui, de Genève à Saint-Genis, en Savoie, coule du nord au sud, au milieu de roches calcareuses très-cohérentes, change brusquement de direction, lorsqu'il rencontre les premières collines arénacées du Dauphiné, et rentre dans de hautes montagnes calcareuses qu'il traverse, en faisant un angle aigu avec sa première direction.

Ce même Rhône, ou plutôt le cours d'eau qui descend des Vosges dans la Méditerranée, et qui porte le nom de Saône et ensuite celui de Rhône, présente une autre circonstance, qui est tout aussi défavorable à l'hypothèse du creusement des vallées par les eaux; c'est que ce cours d'eau, au lieu de s'être frayé un chemin au milieu des dépôts meubles qui recouvrent la vaste plaine qui sépare le Jura et les Alpes des montagnes du centre de la France, suit, au contraire, le pied de ces montagnes, en s'introduisant, pour ainsi dire, dans leur intérieur, de manière que l'on voit à Tournus, à Lyon et à Tain,

sur la rive gauche du conrs d'eau, des collines composées des mêmes roches cohérentes qui constituent les montagnes qui bordent la rive droite. Or, si l'on fait attention à la facilité que les eaux auraient eue pour tourner autour de ces espéces de caps, et aux difficultés, pour ne pas dire à l'impossibilité, de leur part, de se creuser un lit au milieu de rochers très-cohérents, on demeurera convaincu que ces eaux, bien loin d'avoir creusé nn semblable lit, ont profité d'une ouverture qni se trouvait dans le massif de rochers.

Le Danube et beaucoup d'autres fleuves offrent aussi la même disposition.

699. Une autre difficulté que plusienrs vallées, surtout celles des terrains primordiaux, présentent contre l'hypothése de l'érosion, c'est l'existence des barres ou étranglements (31) qui donnent souvent aux vallées l'aspect d'une série de bassins unis par des défilés ou couloirs étroits, tandis que, la masse d'eau qui coule dans une vallée allant généralement en augmentant, les vallées faites par érosion doivent tendre à s'élargir continuellement, depuis lenr origine jusqu'au point où elles se perdent dans une plaine ou dans la mer.

700. Nous pourrions citer aussi les lacs qui présentent des enfoncements plus profonds que les points où l'action érosive des eaux superficielles a pu s'étendre. A la vérité, on répondra qu'il est inutile de combattre l'opinion que les lacs n'ont pas été formés par cette action, puisque les géologistes qui lui attribnent le plus d'importance, sentant qu'elle aurait dû combler les lacs plutôt qne de les creuser, ont été obligés de chercher une autre origine à ces enfoncements; mais cette dernière circonstance est elle-même un argument contre le système qui voit l'effet de l'érosion dans toutes les vallées, puisque c'est avouer que ce système est insuffisant pour rendre raison de l'origine de certaines vallées; car les lacs ne sont que des vallées ou des bassins qui n'ont pas, comme les vallées ordinaires, une onverture plus basse que la partie la moins élevée de leur fond.

701. Il s'agit donc de rechercher si l'étnde des phénomènes qui se passent encore et de ceux qui se sont passés dans l'écorce solide de notre planète, ne nous indique pas des causes plus propres à expliquer l'origine des vallées barrées et étranglées. Or, ce que nous avons dit dans ce chapitre et dans le précédent, sur l'origine des montagnes et sur le mode de formation des roches, nous donne les moyens de concevoir facilement l'origine de ces vallées; ou plutôt l'état de la plupart de nos vallées, snrtout de celles des contrées formées de couches inclinées, est une des plus grandes preuves que l'on puisse produire en faveur de l'hypothése que les montagnes sont le résultat de soulèvements déterminés par une force agissant de bas en haut.

702. *Vallées d'écartement.* — On sent, en effet, que si un massif de roches cohérentes a été fortement soulevé, il a dû non-seulement se fendre sur un grand nombre de points, mais ses parties ont dû souvent s'écarter et laisser par conséquent entre elles des fentes ou enfoncements bordés par des

escarpements rapides; tandis que, si la cause soulevante a agi sur des masses meubles, les éboulements n'auront pas permis aux fentes de s'établir; ce qui explique pourquoi les cours d'eau traversent des montagnes élevées et rebroussent chemin devant de petites arêtes arénacées. On conçoit également que dans le système de l'écartement, les flancs d'une vallée présentent un angle saillant vis-à-vis d'un angle rentrant, et qu'ils soient formés des mêmes couches, disposées dans le même ordre, puisque souvent ces flancs ne sont que les parois d'une fente pratiquée dans une même masse. D'un autre côté, si la cause soulevante, au lieu d'agir de manière à former de longues fentes, n'a, pour ainsi dire, poussé que sur un point, il en sera résulté une espèce d'écartement circulaire qui aura produit de ces bassins et de ces cirques, dont l'origine a tant embarrassé les partisans de l'érosion, et que M. de Buch nomme cratère de soulèvement, ainsi que nous l'avons vu ci-dessus (654).

L'écartement des masses minérales a dû aussi être occasionné par une cause agissant dans un sens différent de la force que nous supposons avoir donné naissance aux soulèvements. On a pu remarquer, en effet, par ce que nous avons déjà dit sur la formation des roches, que ces masses ont été plus chaudes et plus imbibées d'eau qu'elles ne le sont maintenant. Or, on sait que le refroidissement et le dessèchement produisent, sur les matières qui en subissent les effets, des retraits, qui, pour les corps de même nature, sont dans la proportion du volume; on sait également que, dès que les masses qui subissent ces retraits sont telles que la force de cohésion est surpassée par celles qui agissent dans d'autres sens, il se forme dans ces masses des fentes plus ou moins considérables, et on sentira aisément que, si le dessèchement de la boue d'une petite mare produit quelquefois des fentes de plus d'un centimètre d'ouverture, le dessèchement d'un dépôt qui couvre une contrée entière aura pu produire des écartements aussi larges que certaines vallées. Il est à remarquer aussi que ce genre d'écartement était dans le cas d'agir énergiquement sur une assise supérieure, tandis qu'il pouvait être insensible sur une assise inférieure : ce qui explique comment certaines vallées s'arrêtent à certain terrain, sans s'enfoncer dans le terrain inférieur.

703. *Vallées de plissement.* — On conçoit également que quand la force soulevante agissait sur des masses assez flexibles pour plier plutôt que de se fendre, il devait se former des espèces de plis ou de rides, c'est-à-dire, des montagnes composées de couches qui s'élèvent d'un côté avec la pente de la montagne, qui se courbent au sommet et qui redescendent de l'autre côté avec une inclinaison en sens contraire, ainsi que nous l'avons déjà indiqué en parlant de la stratification arquée (206). Or, lorsque deux ou un plus grand nombre de ces plis se trouvent placés à côté les uns des autres, les dépressions qui les séparent forment aussi des vallées que l'on pourrait désigner par la dénomination de *vallées de plissement*, par opposition à celles résultant

de l'*écartement* des parties ; tel est le cas de beaucoup de vallées longitudinales, et notamment de plusieurs de celles qui séparent les chaînons du Jura.

704. *Vallées d'éruption.* — Les éruptions ou éjaculations de matières liquides et solides qui sont poussées de l'intérieur de la terre par des phénomènes analogues à ceux des volcans, sont aussi dans le cas de donner naissance à un troisième mode de formation de vallées, mais beaucoup plus circonscrit que les deux autres. Nous avons vu, en effet, que lorsque les laves sortent des volcans, elles ne sont pas assez fluides pour s'étendre sur le sol comme une nappe d'eau, mais qu'elles forment des espèces de bourrelets ou d'éminences longitudinales plus ou moins élevées, que l'on appelle coulées. Or, on sent que ces coulées peuvent donner naissance à des vallées, soit en se ramifiant par la rencontre de quelque obstacle, soit en se plaçant l'une à côté de l'autre, soit en s'étendant au milieu d'une vallée qui se trouverait de cette manière divisée en deux. Les éjaculations de matières sèches, en élevant de nouvelles éminences, sont aussi dans le cas de former de nouvelles vallées.

705. *Vallées d'érosion.* — Du reste, nous sommes loin de prétendre que l'action érosive des eaux n'ait pas, de son côté, donné naissance à un grand nombre de vallées, soit pendant le déluge, soit après, soit avant cette catastrophe ; on sent, en effet, que dans les dépôts meubles ou dans ceux composés de couches peu cohérentes, qui ont conservé leur position originaire, les vallées n'ont pu être formées ni par écartement, ni par plissement ; mais qu'elles peuvent, au contraire, avoir été creusées par les eaux ; aussi les vallées qui se trouvent dans ces dépôts, sont précisément telles qu'elles doivent être si elles ont été formées de cette manière, c'est-à-dire qu'elles suivent la pente générale du sol, qu'elles sont plus étroites et moins enfoncées dans leurs parties supérieures que dans leurs parties inférieures, et qu'elles ont dévié de leur direction par la rencontre d'un rocher solide, de même que l'on fait dévier le cours de nos rivières en construisant des ouvrages destinés à préserver certaines parties de leurs bords.

D'un autre côté, nous avons fait voir que les soulèvements ont pu donner naissance à des dépressions en forme de bassins qui, n'ayant pas de débouché, ont dû naturellement se remplir d'eau. Or, on sent que dans certaines circonstances favorables, ces amas d'eaux se seront creusé des couloirs à travers les digues qui les séparaient des sols inférieurs.

706. *Vallées de refoulement.* — Indépendamment de ces vallées dues aux phénomènes qui ont lieu dans l'intérieur du globe ou à l'action érosive des eaux à sa surface, ce qui se passe dans la nature actuelle nous apprend qu'il a pu s'en former d'une manière analogue à cette espèce de *refoulement* qui a lieu dans les eaux courantes. On sait, en effet, que quand des courants rapides transportent des matières en suspension, ces matières se déposent en

dehors du courant, au lieu de s'étendre uniformément en couches planes, comme celles qui se font dans des eaux tranquilles; c'est ainsi, par exemple, qu'il se forme, sur les bords d'une rivière gonflée, des espèces de bourrelets élevés au-dessus du fond du lit de la rivière, et que la présence, au milieu d'un cours d'eau, de quelque obstacle qui divisera le courant en deux branches, suffira pour donner naissance à un dépôt qui, recevant des accroissements à chaque gonflement des eaux, deviendra, pour les temps ordinaires, une île élevée au-dessus du niveau des eaux, et, sauf ses dimensions, cette île sera une montagne isolée au milieu de deux vallées qui la séparent de deux chaînes de plateaux, c'est-à-dire des bords de la rivière.

Le phénomène du refoulement a lieu d'une manière encore plus sensible, lorsqu'il tombe de la neige par un grand vent, et les personnes qui voyagent dans de semblables moments ont souvent eu l'occasion de remarquer que tandis qu'il ne se fixait pas de neige dans certains endroits frappés par le vent, il s'élève à côté d'épais massifs terminés par des flancs verticaux, et même en surplomb, d'une hauteur considérable. On remarque également que la présence d'un arbre ou d'un autre obstacle, divisant le courant de vent, devient l'origine d'un amas de neige qui s'élève comme une île entourée d'endroits sur lesquels le sol demeure à découvert. Or, si nous faisons aussi abstraction des dimensions, cette disposition de la neige nous donnera absolument l'idée de plateaux sillonnés par des vallées, et sur les bords desquels se trouvent des caps, des presqu'îles et des montagnes isolées.

Si, à ces phénomènes qui se passent dans un fluide élastique aussi rare que l'atmosphère, ou dans des amas de liquides aussi petits que nos fleuves, nous comparons ceux qui ont dû se passer dans de vastes mers, dont les eaux déposaient de puissantes couches minérales, nous sentirons que la force des courants a dû souvent refouler les matières de ces couches dans les endroits où l'eau était plus tranquille, et par conséquent donner naissance à des collines et à des vallées plus ou moins considérables. Il est donc très-probable qu'il y a beaucoup de vallées de ce genre, nous pensons même que c'est la manière la plus plausible d'expliquer ces collines isolées et ces échancrures qui, dans certaines contrées, comme la partie nord-est du bassin de Paris, forment la bordure d'un plateau qui domine une plaine et dont les couches ont conservé leur position originaire, ou du moins ne paraissent pas avoir subi des dérangements suffisants pour expliquer le relief du pays.

707. *Confusion dans les causes originaires des vallées.* — On voit par ce qui précède que les diverses causes auxquelles nous attribuons l'origine des vallées, ont été dans le cas d'agir dès les temps les plus reculés, et qu'elles n'ont pas encore cessé entièrement, d'où l'on sent que ces diverses causes agissant soit successivement, soit simultanément sur une même contrée, ont dû confondre leurs résultats, de manière qu'il est souvent très-difficile de

reconnaître quel est celui des divers modes de formation qui a donné naissance à certaines vallées. Tel serait, par exemple, le cas d'une contrée où il y aurait eu originairement beaucoup de vallées de refoulement, qui aurait ensuite subi l'effet de soulèvements sous-marins, lesquels auraient naturellement été accompagnés de grands mouvements dans les eaux, par conséquent de fortes érosions, et où de fréquentes éruptions auraient ensuite répandu de puissantes coulées de laves et élevé de nombreux cônes volcaniques.

708. *Origine des blocs erratiques.* — L'origine des blocs erratiques se conçoit aussi plus facilement dans l'hypothèse des soulèvements que dans les autres systèmes imaginés pour expliquer les catastrophes diluviennes; mais elle ne laisse pas de présenter beaucoup de difficultés. La plus importante provient des enfoncements que ces blocs ont dû traverser pour remonter ensuite sur un sol plus élevé. C'est ainsi que la Baltique paraît s'opposer au passage des blocs erratiques de la basse Allemagne, que diverses circonstances rappelées ci-dessus (274) annoncent venir de la Scandinavie, et que la vallée de l'Aar paraît mettre un obstacle insurmontable au passage des blocs des Alpes qui se trouvent à une hauteur considérable sur le Jura. Cette difficulté disparaîtrait si l'on pouvait supposer que le sol sur lequel reposent les blocs erratiques n'a été soulevé au-dessus du niveau des enfoncements qu'après l'arrivée des blocs; mais nous verrons, au contraire, que les recherches de M. Élie de Beaumont l'ont porté à conclure, que le Jura a été élevé bien avant l'arrivée des blocs erratiques. Du reste, cette difficulté est encore bien plus insoluble par l'hypothèse de l'érosion des vallées; car, outre que dans cette hypothèse on ne peut concevoir comment les eaux auraient détaché des fragments aussi volumineux, on sent qu'il est impossible qu'un phénomène semblable au creusement de la vallée de l'Aar ou du bassin de la Baltique, ait eu lieu après la mise en place des blocs erratiques, sans que ceux-ci n'aient pas été enfouis dans de nouveaux débris, du moins ceux qui ne sont pas dans une situation très-élevée.

On a objecté contre l'origine septentrionale des blocs de la grande plaine du centre de l'Europe, que le peu d'élévation de quelques-unes des montagnes d'où l'on suppose que ces blocs proviennent, ne suffisait pas pour expliquer la force d'impulsion nécessaire pour détacher et transporter ces blocs dans les lieux où ils sont maintenant. Cette difficulté nous paraît effectivement insoluble dans l'hypothèse de l'érosion des eaux; mais elle n'est d'aucune force dans l'hypothèse des soulèvements; car, quoique les montagnes dont il s'agit soient peu élevées au-dessus du niveau de la mer, il ne s'ensuit pas que leur soulèvement n'ait pas été aussi considérable que celui de montagnes beaucoup plus importantes, puisque cette circonstance dépend du point de départ, qui pouvait être lui-même plus ou moins enfoncé.

709. D'un autre côté, ce que nous avons dit sur l'origine des soulèvements

fait sentir que ces phénomènes doivent quelquefois amener à la surface une grande quantité de débris plus ou moins usés.

Nous avons vu, en effet, que les soulèvements et les éruptions devaient être également occasionnés par la poussée d'un fluide intérieur, qui tend à gagner la surface de la terre. Mais, entre les éruptions proprement dites et les grands soulèvements qui ne se manifestent au jour que par le plissement ou l'écartement d'une partie de la croûte du globe, il y a un intermédiaire, c'est celui où, comme au Monte-Nuovo (653), il arrive à la surface des matières solides qui ne sont pas lancées avec violence. Or, ces matières doivent avoir, en général, des formes fragmentaires; car on sent que, si des masses en fusion cherchent à se faire un passage à travers des masses solides, le frottement de ces masses et le refroidissement qu'éprouvent les parties supérieures du liquide, doivent donner naissance à une grande quantité de fragments qui précèdent la masse liquide d'une manière analogue à ces fragments de scories que nous voyons précéder dans nos fourneaux les coulées de métal en fusion. On conçoit donc que des montagnes n'ont pas eu besoin d'éprouver un soulèvement très-considérable au-dessus du niveau du sol antérieur pour qu'elles aient fourni une immense quantité de débris, et si le soulèvement s'est opéré sous la mer, le moyen de transport, ainsi que la force à imprimer à ce véhicule, s'y seront trouvés sous des circonstances beaucoup plus favorables que dans des montagnes plus hautes qui se seraient élevées dans les terres.

710. *Diverses époques de soulèvement.* — Maintenant que nous avons fait voir qu'il est très-probable que le déluge est le résultat du soulèvement d'une partie de la croûte du globe qui était couverte par les eaux, nous devons nous faire la question de savoir s'il n'y a eu qu'un seul soulèvement de ce genre, ou s'il y en a eu plusieurs, et, dans ce dernier cas, quel est celui qui a donné lieu à l'inondation diluvienne, ou, en d'autres termes, quelles sont les montagnes dont l'exhaussement a produit ce déplacement des eaux. Il y a peu d'années encore que la première de ces questions ne pouvait être traitée que théoriquement, et que l'on n'aurait, pour ainsi dire, pas osé penser à la seconde; mais les progrès que la géologie a faits dans ces derniers temps ont non-seulement démontré que l'observation, d'accord avec la théorie, prouvent qu'il y a eu plusieurs soulèvements successifs, mais ont même rendu très-fondé l'espoir que l'on parviendra un jour à déterminer l'époque relative de l'exhaussement de chaque chaîne de montagnes.

Les considérations sur lesquelles ces recherches sont fondées exigent, pour bien être appréciées, la connaissance de plusieurs faits, qui feront plus particulièrement le sujet du chapitre suivant; mais, comme la réponse aux deux questions ci-dessus forme une partie importante de l'histoire du déluge, nous ne pouvons nous dispenser de faire connaître ici les bases sur lesquelles est établie cette nouvelle et importante branche de la géologie.

711. Ce que nous avons déjà dit de la structure de la croûte du globe et des phénomènes qui s'y passent, suffit pour nous avoir appris qu'une grande partie des roches qui composent cette croûte ont été formées dans un liquide. On sent, en conséquence, qu'elles ont dû s'étendre par couches à peu près horizontales, sauf quelques ondulations résultant de la forme du sol sur lequel ces couches se déposaient; mais il est impossible que ces couches se soient déposées originairement en surplomb et même dans une position verticale ou fortement inclinée, de sorte que les couches qui ont pris des positions de ce genre, les doivent évidemment à des catastrophes postérieures à l'époque de leur formation, et, d'après ce que nous avons dit, ces catastrophes doivent avoir été des soulèvements; nous avons aussi eu l'occasion de faire voir que la majeure partie de la croûte du globe se compose de diverses associations de roches successivement superposées l'une à l'autre, et que l'on voit quelquefois des assises horizontales reposer en stratification discordante sur des assises inclinées. Or, on concevra aisément que, dans ce cas, ces dernières assises étaient déjà redressées lorsque les autres ont été formées; c'est ainsi, par exemple, que, dans une contrée comme les pays entre l'Escaut et la Roer, où l'on voit du terrain crétacé en couches horizontales reposer sur du terrain houiller en couches inclinées, on peut dire que ce dernier a été remué entre l'époque de sa formation et celle du terrain crétacé, tandis que dans les Alpes, où l'on voit la molasse tritonienne et le lignite nymphéen en couches fortement inclinées, on peut dire que le soulèvement a eu lieu après la formation de ces roches, d'où l'on voit que si ce soulèvement n'est pas celui qui a occasionné l'inondation diluvienne, il en est au moins fort peu éloigné.

712. Du reste, il faut éviter d'entendre ce que nous venons de dire sur le soulèvement des couches inclinées, dans un sens qui porterait à croire que les couches horizontales n'ont pas éprouvé d'exhaussement; nous avons seulement dit que, quand on voit des couches horizontales reposer sur des couches inclinées, on doit en conclure que ces dernières avaient déjà été relevées lorsque les autres ont été déposées; mais il ne s'ensuit pas que celles-ci n'aient point aussi éprouvé l'effet des soulèvements: au contraire, ce que nous avons dit de l'état de l'écorce du globe et de la cause des soulèvements, nous fait concevoir que, si, dans certains lieux, ces phénomènes relèvent brusquement, renversent même, des parties de cette écorce, il est d'autres endroits où ils ne font qu'exhausser quelques-unes des pièces séparées que nous avons dit composer la croûte du globe, sans d'ailleurs que la position, par rapport à l'horizon, des couches qui composent ces assises soit sensiblement dérangée. Or, cette conséquence, que la théorie nous montre comme indispensable, nous est prouvée par l'observation; car on voit fréquemment des failles dans les terrains horizontaux, et on sent, d'après ce que nous avons dit de ces accidents, qu'ils ne sont que le résultat du jeu des pièces séparées qui

composent l'écorce du globe, jeu dont les tremblements de terre nous donnent tant de preuves.

713. Des considérations d'une autre nature ont encore porté M. Élie de Beaumont à pousser plus loin les rapprochements de ce genre. Nous avons déjà fait connaître (666) qu'il supposait que, par l'effet du refroidissement, la masse intérieure du globe prenait un diamètre plus petit que son écorce, ce qui forçait celle-ci de se rider, et que ce phénomène se faisait par des révolutions brusques. Or, il a paru à M. de Beaumont que la loi de simplicité qui préside à toutes les opérations de la nature, devait donner à toutes les rides qui se formaient par une même révolution, une direction parallèle à un même grand cercle de la terre, d'où il résulterait que toutes les montagnes formées à la même époque, devraient avoir la même direction. Partant de cette idée, M. de Beaumont a fait des recherches qui lui ont paru confirmer ses prévisions et qui lui ont prouvé, dit-il, que les montagnes dont on reconnaît que le soulèvement s'est opéré à la même époque, ont effectivement la même direction, et que les chaînes dans lesquelles on voit des directions différentes, ont été formées par des soulèvements différents.

714. C'est ainsi que la chaîne des Alpes, par exemple, présentant deux directions différentes, savoir : celle de la partie orientale ou principale de la Hongrie au Mont-Blanc, dirigée de l'E. $\frac{1}{4}$ N. E. à l'O. $\frac{1}{4}$ S. O., et celle de la partie occidentale de Zurich à Marseille, dirigée du N. N. E. au S. S. O., M. de Beaumont en conclut que cette chaîne a été formée à deux époques différentes. Il a en conséquence cherché à reconnaître des dépôts qui, relevés par l'une de ces révolutions, n'auraient point été atteints par l'autre, et comme ces deux portions des Alpes offrent également des dépôts tériaires en couches inclinées, ce ne pouvait être que dans les derniers termes de ce groupe que l'on devait trouver des traces de cette distinction. Aussi, M. de Beaumont a effectivement reconnu que les dépôts de transport contenant des débris d'éléphants et de rhinocéros, qui sont placés au pied occidental des Alpes, peuvent se distinguer en deux systèmes différents; l'un, tout à fait superficiel, qui n'est dérangé dans aucune partie de la contrée et qui a été transporté par des eaux qui coulaient dans le même sens que les eaux actuelles; l'autre, inférieur, que M. de Beaumont appelle *limon caillouteux de la Bresse,* et qu'il considère, d'après la disposition de ses masses et la nature des cailloux, comme ayant été déposé dans de grands lacs, dont l'un occupait la vaste plaine de la Bresse, et dont les eaux s'écoulaient dans la direction actuelle du Rhin ou du Danube. Or, ce dépôt, qui n'est nullement dérangé dans le voisinage des montagnes dirigées du N. N. E. au S. S. O., présente des couches inclinées dans le voisinage du Ventoux, du Léberon et de la Sainte-Beaume; faits qui annoncent qu'il est postérieur au soulèvement des Alpes occidentales, mais qu'il est antérieur à celui du Ventoux, du Léberon et de

la Sainte-Beaume; et, comme ces montagnes ont, de même que les Alpes orientales, la direction de l'E. ¼ N. E. à l'O. ¼ S. O., M. de Beaumont en tire la double conséquence qu'elles doivent leur origine à une même révolution, et que cette révolution a eu lieu lorsque les éléphants habitaient le sol de nos contrées.

715. Ce genre de recherches a conduit M. de Beaumont à distinguer parmi les montagnes de l'Europe douze époques différentes de soulèvement, dont la dernière est celle des Alpes orientales mentionnée ci-dessus, et dans laquelle M. de Beaumont range aussi plusieurs des chaînes de l'Espagne, le Balkan, la partie centrale du Caucase, l'Himalaya, l'Atlas, etc. : quant au soulèvement des Alpes occidentales, il appartient à la onzième époque, à laquelle M. de Beaumont rapporte aussi le Kiœlfieldt, en Scandinavie, les côtes occidentales de Barbarie, les côtes orientales du Brésil, etc.

716. *Montagnes dont le soulèvement a occasionné le déluge.* — La révolution qui a soulevé les Alpes orientales, et que M. de Beaumont considère, ainsi qu'on vient de le voir, comme la dernière catastrophe qui a changé le relief de l'Europe, est-elle aussi la dernière de celles qui ont changé la forme des autres parties de la terre? C'est là une question à laquelle le peu d'étendue des observations faites d'après les principes indiqués ci-dessus, ne permet pas encore de répondre d'une manière positive; mais la vaste chaîne des Andes qui traverse toute la longueur de l'Amérique méridionale dans la direction du nord au sud, qui est presque entièrement composée de terrain trachytique, et qui présente encore une grande quantité de soupiraux volcaniques, « forme, dit M. de Beaumont, le trait le plus étendu, le plus tranché et pour ainsi dire le moins effacé de la configuration actuelle du globe terrestre. » D'où ce savant est porté à voir dans l'apparition de cette chaîne de montagnes, la cause de cette terrible inondation dont nos monuments historiques nous ont conservé le souvenir sous le nom de déluge; et on conçoit, en effet, que le soulèvement d'une chaîne de montagnes aussi puissantes, a pu occasionner aux eaux de la mer une agitation suffisante pour qu'elles vinssent inonder les autres continents.

717. *Matières qui ont occasionné ces soulèvements.*—Une autre question se présente maintenant : c'est de savoir si ces soulèvements ont concouru avec l'éjaculation de dépôts plutoniens? On a cru, en effet, que le soulèvement des Andes était le résultat de l'éjaculation des trachytes, que celui des Alpes orientales était dû au terrain porphyrique noir, et que c'était au terrain porphyrique vert que l'on devait attribuer le soulèvement des Alpes occidentales. Nous sommes loin de contester ces rapprochements; mais nous ferons remarquer que les observations qui ont eu lieu, depuis qu'ils ont été faits, tendent à les infirmer plutôt qu'à les confirmer. C'est ainsi que nous avons vu ci-dessus (670) que, d'après M. Boussingault, il y a lieu de croire que les

trachytes des Andes ont été eux-mêmes fracturés et soulevés lorsque ces montagnes ont pris leur relief actuel, plutôt que d'avoir été les agents du soulèvement. D'un autre côté, MM. Studer * et Hoffmann ** ont fait dans les environs de Lugano des observations qui annoncent que le porphyre noir de cette localité aurait été poussé au jour avant la formation du calcaire qui l'avoisine et qui constitue une grande partie de cette portion des Alpes. L'idée de faire concorder les grands soulèvements de montagnes avec l'éjaculation de puissants dépôts plutoniens, a quelque chose de séduisant au premier abord; mais, lorsque l'on y réfléchit plus attentivement, on sent que, quand les matières qui poussent de bas en haut parviennent à se faire jour au travers des masses qui les recouvrent, leur action soulevante doit devenir à peu près nulle; de sorte qu'il paraît assez probable que le soulèvement des hautes montagnes n'a pas été accompagné de l'éjaculation de dépôts plutoniens, et que les grandes éjaculations de ce genre n'ont pas produit de hautes montagnes.

718. Si nous recherchons théoriquement l'époque qui a dû être, dans l'hypothèse du refroidissement successif du globe, la plus favorable à la production des hautes montagnes, nous trouverons que c'est précisément celle des derniers soulèvements; car, dans les commencements de la consolidation, la croûte du globe, trop mince pour opposer une grande résistance, devait se rompre au moindre effort, et les matières qui poussaient de bas en haut, se trouvant mises de suite au jour, pouvaient se répandre à la surface, tandis que plus la croûte du globe est devenue épaisse, plus son soulèvement aura donné lieu à des élévations considérables. Or, il est bien remarquable que cette considération purement théorique conduit au même résultat que des observations fondées sur un tout autre ordre de faits, et que les unes et les autres coïncident à faire considérer les montagnes les plus élevées comme étant les plus nouvelles : rapprochement d'autant plus favorable à l'hypothèse de la formation des montagnes par voie de soulèvement, que les autres hypothèses que l'on a faites pour expliquer l'origine de ces élévations, conduisaient à admettre que les montagnes les plus élevées étaient les plus anciennes.

719. D'un autre côté, si l'apparition des éruptions volcaniques a dû en quelque manière coïncider, comme il a été dit ci-dessus (694), avec la cessation des grands soulèvements, ces éruptions ont dû s'établir de préférence sur ces lignes soulevées en dernier lieu, parce que l'état des débris accumulés sur ces lignes devait présenter plus de facilité pour l'établissement des canaux par où s'échappent les matières intérieures, que celui des lieux où les décombres

* Bulletin de la société géologique de France, tome IV, page 54.

** *Ibidem*, page 105.

avaient déjà pu se tasser, ce qui expliquerait pourquoi les volcans sont si fréquents dans les Andes.

720. *Origine des dykes et des culots tritoniens.*—On ne doit cependant pas prendre cette distinction entre la période des éruptions et celle des soulèvements d'une manière plus tranchée que les autres divisions que l'on établit pour l'étude de la nature : car, outre que nous avons vu qu'il s'opère encore de petits soulèvements, malgré nos éruptions volcaniques, il y a un mode d'éjaculation des matières plutoniennes, qui se rapproche des éruptions et qui paraît avoir toujours eu lieu ; c'est celui où ces matières, au lieu d'être lancées dans l'air avec violence, ou d'être retenues dans l'intérieur de la terre, s'injectent au milieu des masses solides, ou percent ces dernières de manière à donner naissance à des dykes et des culots. Or, la théorie nous conduit à admettre que ce mode d'éjaculation a pu se faire aux époques les plus favorables aux grands soulèvements ; car on conçoit que, quand une chaîne de montagnes se soulevait, il pouvait y avoir quelques points faibles qui permettaient le passage des matières molles ou liquides, sans qu'il se produisît une éruption ou un épanchement suffisant pour empêcher le soulèvement. Aussi l'observation nous montre, ainsi que nous l'avons déjà indiqué aux articles des terrains basaltique, trachytique et porphyrique, qu'il y a de ces dykes et de ces culots qui traversent toute la série des terrains tériaires, ammonéens et hémilysiens.

721. Du reste, si on conçoit bien que, dans certaines circonstances, les matières molles et liquides, poussées de bas en haut, ont pu former des dykes et des culots, nous ne comprenons pas pourquoi on ne voit pas de cratères d'éruption dont l'antériorité aux derniers dépôts tériaires soit bien constatée : on a supposé, à la vérité, que ces cratères avaient été détruits par les inondations diluviennes ; mais nous ne pouvons admettre que ces inondations aient été suffisantes pour faire disparaître tous ces cratères, si ceux-ci n'avaient au moins été fort rares par rapport à la quantité des dykes et des culots plutoniens.

722. *Origine des brèches osseuses et des ossements des cavernes.* — Les brèches osseuses et les ossements des cavernes jouent un rôle trop important dans la série des dépôts que nous avons rangés dans le terrain diluvien, pour que nous ne disions pas ici quelques mots de leur origine.

723. Celle des brèches osseuses ne paraît pas difficile à concevoir, car la position et la nature de ces dépôts se réunissent pour nous porter à croire qu'une eau qui, de même que celle qui forme nos tufs, jouissait d'une certaine propriété dissolvante, a entraîné dans des fentes de rochers des fragments de roches et des ossements d'animaux. La circonstance que ces dépôts se trouvent de préférence dans les roches calcareuses, s'explique aisément, par la double raison que ces roches présentent bien plus de fentes que les autres, et que les

eaux des contrées calcareuses sont bien plus généralement chargées de principes terreux que celles des autres contrées. L'état fracturé des ossements, le mélange continuel de fragments qui proviennent d'espèces et d'individus différents, prouvent que les animaux ne sont pas tombés entiers dans les fentes, mais que leurs ossements déjà brisés y ont été entraînés par les eaux. D'un autre côté, ces dépôts se trouvant dans des positions où les cours d'eau actuels ne peuvent plus atteindre, il en résulte que les brèches osseuses, ainsi que les dépôts diluviens superficiels, doivent leur origine à des cours d'eau qui existaient à une époque où le globe n'était pas entièrement dans le même état qu'aujourd'hui, ou, en d'autres termes, que cette époque correspond au déluge ou aux temps antérieurs. Enfin, la grande ressemblance des animaux des brèches osseuses avec ceux du terrain diluvien superficiel, annonce également que l'époque de leur formation correspond à celle des dernières grandes révolutions que le globe a éprouvées.

724. Cette dernière circonstance rapproche aussi de la même période le temps où vivaient les animaux des cavernes; mais la manière dont leurs ossements sont arrivés dans les lieux où ils se trouvent, n'est point une question aussi facile à résoudre. Une des premières opinions que l'on a eues à ce sujet a été que ces cavernes avaient servi d'habitation aux carnassiers, et que les herbivores y avaient été entraînés par les carnassiers auxquels ils servaient de nourriture; mais cette opinion est sujette à beaucoup de difficultés. Il paraît notamment que si les carnassiers étaient morts naturellement dans les cavernes, leurs ossements ne seraient point aussi disséminés ni aussi brisés qu'ils le sont; il est donc plus probable que les ossements des cavernes y ont été apportés par les eaux, de la même manière que ceux des brèches ont été amenés dans les fentes. M. Marcel de Serres, qui a donné le plus de développement à cette opinion, assure même qu'il n'y a d'ossements que dans les cavernes qui ont des ouvertures disposées de manière à recevoir des alluvions, et que l'on n'en trouve pas dans celles dont les ouvertures sont disposées de façon à ce que les alluvions n'aient pu y entrer.

725. *État du globe lors du déluge.* — Si nous cherchons maintenant à connaître quel était l'état de notre globe au moment du déluge, nous sentirons bientôt que sa division en terres et en eaux tient à des circonstances trop variables (19), pour que nous puissions dire positivement si les continents de cette époque avaient les mêmes formes que ceux d'aujourd'hui. Cependant, si, comme on l'a supposé ci-dessus, le déluge historique était dû au soulèvement des Andes, la configuration du sol de l'Europe devait déjà être à peu près telle qu'elle est actuellement, puisque l'on considère toutes ses principales chaînes de montagnes comme antérieures à celles des Andes.

726. D'un autre côté, la grande quantité d'animaux et de végétaux terrestres qui se trouvent dans le terrain diluvien, et leurs rapports avec ceux qui existent

actuellement, portent également à croire que les terres qui correspondent à nos continents, avaient, lors de la formation de ce terrain, des dimensions qui les rapprochaient de l'ordre de choses actuel. On a vu toutefois que, dans nos zones tempérées et glaciales, les animaux diluviens ressemblaient beaucoup plus à ceux qui vivent actuellement dans la zone torride, qu'à ceux qui habitent maintenant sur les lieux, ce qui porterait à croire que nos contrées jouissaient alors d'une température plus élevée. Cependant il ne faut pas perdre de vue que ce rapprochement n'est pas aussi marqué que les noms génériques des animaux semblent l'indiquer; car ces animaux, appartenant à des espèces différentes, pouvaient bien avoir supporté des températures plus froides que leurs congénères actuels, et c'est ce que prouve l'éléphant de la Léna, sur lequel on a trouvé de longs poils et du duvet. Toutefois la seule présence de ces énormes animaux herbivores dans une contrée maintenant couverte de glaces, comme le nord de la Sibérie, est une présomption bien forte en faveur du refroidissement du globe. Si on objectait que le déluge n'a pu faire changer brusquement la température qui régnait dans nos zones septentrionales, nous répondrions que rien, dans notre hypothèse, ne force à admettre ce changement brusque, car on conçoit aisément que les êtres vivants établis dans une contrée, aient pu s'y conserver longtemps après que la température de cette contrée leur était devenue moins convenable; tandis que le repeuplement qui aura eu lieu après la catastrophe, se sera mis complétement en harmonie avec la température qui régnait alors. D'un autre côté, il n'est point impossible qu'une révolution, telle que nous supposons avoir été le déluge, ait changé brusquement le climat d'une contrée; car on a pu voir par ce que nous avons dit de la température de la terre (*Mét.* 93 à 107), que quelques mètres d'élévation de plus ou qu'une exposition différente exercent souvent sur la température d'un lieu, une influence plus considérable que plusieurs degrés de latitude. On sent donc, pour ne pas quitter l'exemple cité ci-dessus, qu'il est très-possible que le soulèvement de l'immense chaîne de l'Himalaya, ait non-seulement donné aux eaux une impulsion suffisante pour inonder toutes les plaines de la Sibérie, mais aussi qu'il les ait élevées à un niveau supérieur à celui qu'elles avaient auparavant, en même temps qu'il leur donnait l'exposition vers le nord qu'elles ont maintenant, et qu'il établissait un obstacle à ce que les vents chauds du midi continuassent à souffler sur cette contrée.

Il est possible aussi que cette partie de la croûte du globe ait éprouvé, lors de cette révolution, dans sa structure, et même dans sa nature, des changements qui l'aient rendue moins propre à conduire la chaleur, et aient, par conséquent, diminué l'influence que la température intérieure exerçait sur celle de la surface. D'où l'on voit que le soulèvement de l'Himalaya a pu, non-seulement occasionner la destruction de tous les animaux terrestres qui vivaient en Sibérie, mais encore changer brusquement la température de cette vaste région.

727. *Époque du déluge.* — Il nous reste encore à examiner jusqu'à quel point on peut déterminer géologiquement l'époque où le déluge a eu lieu; or on sent, d'après ce que nous avons dit sur le soulèvement des Andes, que nous avons encore trop peu d'observations sur ses effets pour pouvoir prendre cette révolution pour point de départ de cette étude; mais si nous examinons dans les Alpes les résultats des actions qui ont dû commencer lorsque ces montagnes ont eu pris leurs formes actuelles, telles que la formation des éboulis ou talus des montagnes (244 et 619), et celle des moraines des glaciers (245); si nous étudions les atterrissements formés par nos rivières actuelles (620), et si nous prenons en considération que les talus et les atterrissements devaient se faire bien plus rapidement lorsque les escarpements étaient plus abruptes qu'ils ne sont maintenant, nous serons porté à conclure, avec les Deluc, les Cuvier, les Buckland, que les révolutions qui ont donné à ces montagnes leurs formes actuelles, et à ces fleuves le cours qu'ils ont maintenant, ne remontent pas à des époques excessivement reculées, de sorte que la distance de quatre mille ans du moment actuel, que la Genèse donne à son déluge, pourrait fort bien s'accorder avec les conséquences tirées de l'étude des chronomètres naturels, surtout si, comme M. de Beaumont l'a supposé, cette révolution correspond au soulèvement des Andes et serait postérieure à celui des Alpes.

728. Une autre question importante qui se présente maintenant, c'est de savoir si l'homme existait lors de ces révolutions. Or, le rapprochement du soulèvement des Andes avec le déluge de la Genèse annonce que nous sommes porté à résoudre affirmativement cette question pour ce qui concerne cette dernière catastrophe. A la vérité, on a nié l'existence de restes de l'homme ou de son industrie dans le terrain diluvien, et les exemples que l'on en cite depuis quelque temps, sont loin d'être exempts de contestations. Mais, en supposant même que l'on n'eût jamais trouvé de traces de l'homme dans le terrain diluvien, ce ne serait là qu'un fait négatif peu important, dès que l'on fait attention à la petite étendue du globe qui a été explorée géologiquement; d'autant plus que l'espèce humaine, qui ne paraît pas avoir jamais été douée d'une grande force reproductive, doit avoir été très-peu nombreuse dans les commencements de son existence. Au surplus, si le déluge historique est le résultat du soulèvement des Andes, on concevra aisément comment l'homme pouvait déjà exister et même s'être étendu dans l'Europe à cette époque, sans que nous voyions de traces de son existence dans les dépôts diluviens de cette partie de la terre; car il est bien probable, dans cette hypothèse, que les principaux dépôts diluviens de l'Europe doivent leur origine aux deux systèmes de soulèvements qui ont produit les Alpes orientales et les Alpes occidentales, tandis que le déluge, c'est-à-dire, l'inondation causée par le soulèvement du système des Andes, n'aurait laissé que des dépôts peu

puissants, qui se confondent le plus souvent avec les alluvions modernes. Or, il serait très-possible que l'homme existât lors du soulèvement des Andes, et qu'il n'eût pas encore paru lors des révolutions antérieures; mais, nous le répétons, cette partie de la géologie est trop peu avancée pour que l'on puisse émettre aucune opinion à ce sujet; ce ne sera que quand l'étude des terrains diluviens aura été faite sur de plus grandes étendues, et surtout quand on aura cherché à faire concorder cette étude avec les époques de soulèvements, que l'on pourra raisonnablement former quelques conjectures sur l'époque géologique où l'homme a paru sur la terre.

CHAPITRE III.

DES PHÉNOMÈNES ANTEDILUVIENS.

729. *Origine des dépôts neptuniens en général.* — L'examen des terrains formés avant la période moderne nous révèle l'existence d'un phénomène que celle-ci ne nous a présenté que sur une échelle infiniment plus petite, c'est celui de la déposition de puissantes masses minérales qui, par leur stratification et par la nature des débris d'êtres vivants qu'elles renferment, annoncent avoir été formées dans l'eau, tandis que la cohérence de la plupart de ces masses prouve qu'elles doivent, pour la plus grande partie, leur origine à des phénomènes chimiques plutôt que mécaniques.

730. La première question qui se présente à ce sujet, c'est de savoir comment les eaux se sont chargées des matières qui ont donné naissance à ces dépôts. Mais si, comme on l'a vu ci-dessus, nous ne savons déjà expliquer ce phénomène pour les faibles dépôts qui se font dans nos eaux actuelles, on sent que nous avons encore moins de moyens pour connaître les causes qui donnaient aux eaux antédiluviennes la faculté de dissoudre et de précipiter les nombreuses masses qui se sont formées dans leur sein; cependant, de même que nous avons été conduit à supposer que cette propriété dans les eaux actuelles provient des émanations qu'elles reçoivent de l'intérieur de la terre, nous pensons que c'est la même cause qui a produit les résultats qui nous occupent, c'est même à peu près la seule manière de concevoir ce phénomène; car il nous paraît impossible de l'attribuer à la seule action mécanique des eaux, et nous ne pouvons concevoir comment les eaux pouvaient être douées de la faculté d'exercer les actions chimiques qu'elles ont produites, si nous ne supposons pas une température plus élevée et des émanations gazeuses plus abondantes que celles d'aujourd'hui. Mais, lorsque l'on admet l'hypothèse de la chaleur centrale, et que l'on attribue les propriétés dissolvantes des eaux à des émanations gazeuses résultant du refroidissement de la masse intérieure, on conçoit très-bien pourquoi la formation des

dépôts neptuniens a été beaucoup plus importante dans les temps anciens que dans la période moderne ; car les émanations devaient être bien plus abondantes, lorsque le refroidissement se faisait avec plus de rapidité (693), et les réactions chimiques devaient être bien plus actives et bien plus importantes, lorsque les eaux superficielles étaient douées d'une température plus élevée.

Cette élévation de température a dû également donner beaucoup plus d'énergie aux phénomènes physiologiques qui influent sur l'état de la croûte du globe; car nous avons vu que ce n'est que sous la zone torride qu'il se forme maintenant du terrain madréporique, tandis que l'étude géognostique des terrains anciens nous a montré, dans nos zones tempérées, une grande quantité de dépôts presque entièrement composés de débris d'êtres vivants.

731. *Formation des terrains nymphéens et tritoniens.* — Nous avons vu que les dépôts tériaires se divisaient, indépendamment du terrain diluvien, en deux groupes intercalés l'un dans l'autre, le terrain nymphéen et le terrain tritonien, qui se distinguent principalement, parce que l'un renferme des débris d'animaux d'eau douce ou de terre, tandis que l'autre renferme des débris d'animaux marins. Cette circonstance a donné lieu de penser que le premier de ces groupes avait été formé dans des lacs et des marais d'eau douce, tandis que le second avait été déposé dans la mer; supposition qui ne répugne nullement à l'imagination, puisque cet état des choses a beaucoup de rapport avec ce qui se passe actuellement sur la terre. Cependant une grande difficulté se présente, dès que l'on veut considérer comme terrains lacustres, tous les dépôts renfermant des animaux d'eau douce, et comme terrains marins, tous ceux renfermant des animaux de mer; ce sont les alternatives de ces deux terrains qui, dans cette hypothèse, forcent de supposer que le même sol a été successivement, et à diverses reprises, le fond d'une mer et le fond d'un lac. Pour éviter cette difficulté, plusieurs géologistes * sont d'avis que l'on doit considérer les couches à animaux d'eau douce, intercalées dans celles à animaux marins, comme ayant été également formées dans la mer, et que les animaux d'eau douce et de terre y auraient été transportés par de grandes inondations. On conçoit que ce système peut être soutenu, et qu'il a pour lui ce qui se passe dans quelques-uns de nos atterrissements, ainsi que le mélange d'animaux de mer et d'eau douce, que l'on observe quelquefois dans une même couche. Aussi sommes-nous loin de vouloir contester que ce mode de formation n'ait pas eu lieu. Mais l'existence de grands dépôts nymphéens où, comme dans la Limagne d'Auvergne, on ne

* Personne n'a mieux développé ce système que M. Constant Prévost dans son mémoire sur les submersions des continents actuels, inséré dans le tome IV des Mémoires de la société d'histoire naturelle de Paris.

voit aucune trace de la présence de la mer, ne permet pas de douter qu'au moins une partie de ce terrain ait été formée dans des lacs ou dans des marais. D'un autre côté, il y a tant de rapports entre le terrain nymphéen de ces lacs élevés et celui qui est recouvert par du terrain tritonien, qu'il doit être permis de rechercher si l'on peut concevoir comment le même sol a pu être alternativement recouvert par la mer et par des eaux douces.

732. Or, ce que nous avons dit à l'occasion des volcans et des tremblements de terre, conduit à supposer des exhaussements et des affaissements suffisants pour que le fond d'une mer devienne un lac, que ce lac soit ensuite transformé en un golfe, puis ce golfe en un lac, et ainsi de suite; de semblables résultats pouvant se produire de plusieurs manières et s'associer avec les diverses hypothèses indiquées ci-dessus.

En effet, dans l'hypothèse qui compare la partie supérieure de la croûte du globe à une voûte composée d'éléments imparfaits (665) qui pèse sur une enveloppe flexible, on sent que certains voussoirs pouvaient s'affaisser, tandis que d'autres s'élevaient, et que, de même que les tremblements de terre actuels affectent plus particulièrement les contrées qu'ils ont déjà secouées, ceux de cette époque devaient aussi avoir plus de tendance à agiter un même sol à diverses époques.

Si nous passons ensuite à l'hypothèse de la formation des rides successives (666), nous ne verrons plus qu'une succession d'affaissements à côté des soulèvements.

L'hypothèse des tassements (670) est encore plus favorable à cette combinaison de soulèvements et d'affaissements; car il est à remarquer à cet égard que l'objection que les tassements n'ont plus lieu sensiblement dans les contrées en couches horizontales, n'est d'aucune valeur à cet égard; puisque tout annonce que la plupart de ces dépôts horizontaux reposent sur des dépôts inclinés, c'est-à-dire qui ont été soulevés brusquement, et qui par conséquent ont dû éprouver les effets du tassement, effets qui d'ailleurs sont annoncés par les failles que l'on remarque dans les dépôts les moins bouleversés.

Enfin, l'hypothèse qui attribue l'origine des grandes vallées escarpées à des crevasses résultant du refroidissement et du dessèchement de la croûte du globe, suffirait seule pour expliquer l'origine de changements de niveau, sans même recourir aux dégagements de gaz et aux éjaculations de matières liquides; car on conçoit que, quand cette croûte se crevasse par suite de la contraction, la partie qui correspond à la fente devient moins pesante que celles qui sont sur ses côtés, de sorte que les masses molles et liquides qui se trouvent sous ces dernières étant plus comprimées que celles qui correspondent à la fente, doivent se porter sous ces dernières et y déterminer un exhaussement, tandis que le sol plus éloigné de la crevasse doit s'affaisser; ce qui explique pourquoi les lèvres des anciennes crevasses, c'est-à-dire, les montagnes

escarpées qui bordent une large vallée, sont plus élevées que les plateaux qui s'étendent des deux côtés. Telle est la disposition des bords du Rhin de Bâle à Mayence, où l'on voit les Vosges et le Schwarzwald dominer d'un côté les plateaux de la Lorraine et de l'autre ceux de la Souabe.

733. Du reste, quelles que soient les causes qui ont produit les différences qui existent entre les terrains nymphéens et tritoniens, ainsi que celles qui ont amené les alternatives que l'on voit entre les roches qui composent ces deux groupes, nous avons déjà eu l'occasion de faire remarquer (696) que la position élevée de certains dépôts tritoniens ne pouvait s'expliquer d'une manière raisonnable, que par le soulèvement du sol dont ces dépôts font partie.

734. *Soulèvements de la période tériaire.* — Quant aux soulèvements qui ont eu lieu pendant la période tériaire, nous ajouterons à ce que nous avons dit dans le chapitre précédent (715 et 716), que M. Élie de Beaumont place aussi dans cette période sa dixième révolution, à laquelle il attribue le redressement des couches d'un système de montagnes qui comprend les *îles de Corse et de Sardaigne*, ainsi que d'autres élévations, dirigées également du nord au sud, telles que celles qui, dans le centre de la France, bordent les vallées de la Limagne d'Auvergne, de la Haute-Loire et de la Bresse. Il croit que l'on peut aussi rapporter à cette révolution quelques rameaux qui présentent la même direction dans l'Italie et la Slavogrèce, ainsi que les chaînes du Liban.

M. de Beaumont place entre la formation des terrains tériaires et celle des terrains ammonéens, sa neuvième révolution, qu'il considère comme ayant donné naissance à la chaîne des Pyrénées, à ceux des chaînons des Apennins dirigés parallèlement de l'ouest-nord-ouest à l'est-sud-est, et qui présentent des couches inclinées de terrain crétacé, tandis que les couches tériaires qui les avoisinent conservent en général leur position horizontale. Il pense que les effets de cette révolution ont été extrêmement étendus, et qu'indépendamment de plusieurs rameaux qui se remarquent dans l'Allemagne, la Hongrie, la Slavogrèce, on peut y rapporter quelques chaînons de l'Atlas, en Afrique, la chaîne du Mont-Carmel, en Syrie, les montagnes de Mésopotamie, plusieurs chaînons du Caucase, peut-être même la chaîne des Ghates, dans l'Inde, celle des Alleghanis, dans l'Amérique septentrionale, etc.

735. *État du globe pendant la période tériaire.* — Si nous cherchons maintenant à reconnaître quel a été successivement l'état du globe pendant la période tériaire, nous ajouterons à ce que nous avons déjà dit sur cette matière (725) que, plus on avance dans cette période, moins il y avait de grandes chaînes de montagnes, d'où il résulte que nos continents devaient être successivement moins étendus. Cependant les dimensions des terres découvertes étaient suffisantes pour que la répartition et la nature des êtres organisés qui les habitaient, se rapprochassent déjà beaucoup de ce que nous voyons

sur nos continents actuels. Néanmoins, tout indique que plus on avance dans cette période, plus les formes compliquées, celles que les naturalistes mettent à la tête de leurs méthodes, diminuaient; et nous voyons que toutes les espèces, et ensuite tous les genres, différentes des espèces et des genres actuels, tendent toujours à s'éloigner davantage des êtres que les naturalistes appellent les plus parfaits, et à se rapprocher au contraire de ceux qu'ils placent à la fin de chaque type. C'est ainsi que, parmi les mammifères, nous voyons successivement diminuer les carnassiers et augmenter les pachydermes, et que, parmi les végétaux, les plantes dicotylédones paraissent aussi diminuer, tandis que les monocotylédones augmentent. Cependant, sauf la présence de l'homme, à l'égard duquel nous avons déjà donné quelques réflexions (728), l'existence de tous les grands types actuels d'organisation se trouve constatée pendant toute la période tériaire.

D'un autre côté, on a pu remarquer que la faune et la flore de cette période se réunissent pour prouver que nos contrées tempérées ou glaciales avaient alors une chaleur plus forte que celle dont elles jouissent actuellement, et qui, ne pouvant être un effet de l'action solaire, doit être une suite de l'état antérieur du globe. Ce n'est pas encore cette végétation extraordinaire du terrain houiller, ni ce développement des formes animales de la période ammonéenne; mais c'est un ordre de choses analogue à ce qui a maintenant lieu dans la zone torride. Du reste, nous avons déjà eu l'occasion de faire connaître (726) que diverses circonstances annoncent que, dans les derniers temps de la période qui nous occupe, la température était déjà en rapport avec les effets de la chaleur solaire, et que si nos contrées nourrissaient encore des êtres à formes tropicales, ces formes avaient déjà subi quelques altérations, et n'attendaient, pour ainsi dire, qu'une catastrophe violente pour disparaître tout à fait.

736. *Faune et Flore de la période ammonéenne.* — Si nous passons ensuite à la période ammonéenne, nous remarquerons que la plus grande différence qui existe entre les terrains formés pendant cette période et ceux de la période tériaire, consiste dans la nature des corps organisés qu'ils renferment. Nous verrons notamment que les débris d'êtres vivants dans l'eau douce et sur la terre, si communs dans les dépôts nymphéens, sont devenus très-rares dans les terrains ammonéens, et ne s'y trouvent presque jamais seuls, de sorte que l'on n'y rencontre presque plus de terrains d'eau douce.

Nous remarquerons également que cette nature vivante s'éloigne davantage de celle de la période actuelle. On n'y voit plus ou presque plus d'animaux jouissant de la respiration aérienne, et au lieu de ces grands mammifères qui caractérisaient la période tériaire, les terrains ammonéens nous présentent d'énormes reptiles, dont les formes sont très-différentes de celles des reptiles actuels, et des mollusques d'une taille véritablement gigantesque,

par rapport aux dimensions des mollusques d'aujourd'hui, et dont plusieurs diffèrent tellement de ces derniers, ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer, que les zoologistes n'ont pu encore se mettre d'accord sur l'ensemble de leurs formes. D'un autre côté, la grandeur des animaux de la période ammonéenne, l'abondance de leur nombre, et leurs affinités zoologiques. annoncent un ordre de choses bien moins éloigné de ce qui se voit maintenant sous la zone torride, que de ce qui a lieu dans nos zones tempérées.

Les végétaux sont rares dans les terrains ammonéens, mais le petit nombre qui a été observé jusqu'à présent *, annonce, comme les animaux, la diminution des formes que les naturalistes considèrent comme les plus parfaites; aussi n'y trouve-t-on presque plus de véritables dicotylédones, et les phanérogames gymnospermes, c'est-à-dire, les conifères et les cycadées, dans lesquelles M. Adolphe Brongniart voit un intermédiaire entre les véritables phanérogames et les cryptogames, s'y trouvent dans une proportion si considérable, qu'elles forment la moitié des espèces connues de cette petite flore, tandis qu'elles ne composent que $\frac{1}{305}$ des espèces actuelles; et, ce qui est encore plus remarquable, la famille des cycadées, qui ne forme pas la millième partie des espèces actuelles, et qui est reléguée dans les pays les plus chauds, compose près de la moitié des espèces qui ont été observées dans les terrains ammonéens de l'Angleterre.

737. *Conséquence en faveur de la chaleur centrale.* — On voit par ce qui précède que l'étude des animaux et celle des végétaux de la période ammonéenne conduisent également à confirmer les circonstances les plus importantes de la théorie que nous avons adoptée pour expliquer la formation de l'écorce solide de notre planète; savoir : l'existence, dans les temps anciens, d'une chaleur supérieure à celle qui aurait pu provenir du soleil, et le soulèvement des montagnes occasionné par la diminution de cette chaleur originaire.

La première de ces conclusions n'a pas besoin d'autre explication que ce que nous avons dit du rapprochement des corps organisés ammonéens avec les êtres qui vivent maintenant sous la zone torride.

Quant à la seconde, nous ferons d'abord remarquer que la rareté des animaux à respiration aérienne semble annoncer, ainsi que l'a fait observer M. Adolphe Brongniart, que l'atmosphère de cette époque était chargée de gaz qui la rendait impropre à ce genre de respiration, et nous verrons effectivement, dans la suite de ce chapitre, que, d'après l'hypothèse du refroidissement

* Il faut remarquer qu'en parlant ici de la flore ammonéenne, je n'entends indiquer que celle de la partie principale des dépôts de cette période, et non celle de ses extrémités; car on peut se rappeler que nous avons dit que le peu de végétaux observés jusqu'à présent dans le terrain pénéen ressemblaient à ceux du terrain houiller.

successif, plus on avance dans la série des temps, plus les émanations gazeuses devaient être abondantes à la surface du globe. Du reste, il faut éviter de donner à cette non-existence, pendant la période ammonéenne, des animaux à sang chaud, une importance trop grande comme fait exclusif, puisque de nouvelles observations pourraient renverser les conséquences que l'on voudrait en tirer, ce qui paraît avoir déjà lieu pour quelques-uns des groupes formés pendant les dernières époques de cette période *. Il est à observer en second lieu, que la diminution des corps organisés lacustres et terrestres annonce que la quantité des terres découvertes était moins considérable que dans la période suivante; or, d'après ce que nous avons dit sur l'origine et l'apparition successive des montagnes, l'espace occupé par les mers a dû devenir moins étendu, à mesure qu'il s'élevait de nouvelles terres; car on conçoit que si l'écorce du globe était unie, elle serait entièrement recouverte par une mer universelle. D'où il résulte que, dans l'hypothèse des soulèvements, l'étendue des terres a toujours dû aller en augmentant, tandis que dans l'hypothèse de l'érosion, elle devait aller en diminuant, puisque les effets de l'érosion tendent à aplanir la surface du globe.

Du reste, il faut aussi éviter d'entendre dans un sens trop absolu ce que nous disons du peu d'étendue des terres pendant la période ammonéenne; car, les soulèvements se faisant par révolutions successives, il n'a pas dû y avoir de très-grandes différences entre deux périodes voisines; et la petite flore ammonéenne vient, à cet égard, nous révéler un fait que sa nombreuse faune nous laissait ignorer : c'est que l'ensemble de cette flore, ayant plus de ressemblance avec la végétation des continents qu'avec celle des îles, annonce qu'il existait déjà, à cette époque, des continents étendus. D'un autre côté, la circonstance que nous voyons si peu de restes des êtres qui habitaient ces continents, semble annoncer que ceux-ci ont été submergés, ce qui est une présomption en faveur de la supposition que nous avons faite à l'occasion des alternatives de terrains marins et de terrains d'eau douce (732); c'est-à-dire que les soulèvements, en mettant de nouvelles terres à découvert, occasionnaient la submersion d'une partie de celles qui étaient déjà au jour.

738. *Soulèvements de la période ammonéenne.*—Si nous passons maintenant à la recherche des divers soulèvements qui ont eu lieu pendant la période ammonéenne, nous nous apercevrons bientôt que cette recherche

* Cette observation se rapporte à la découverte d'ossements de mammifères, faite dans le calcaire jurassique de Stonesfield, en Angleterre (voir la note du n° 380); mais ce fait, étant encore unique, ne peut être considéré comme suffisant pour renverser la règle que ces animaux étaient excessivement rares pendant la période ammonéenne, et n'existaient même pas encore lors de la formation des premiers groupes.

présente encore plus de difficultés que pour les périodes postérieures, et cela doit être ainsi. Car, outre que la théorie nous conduit, comme nous l'avons déjà fait voir (718), à conclure que les effets des premiers soulévements ont dû être moins sensibles que ceux des derniers, on sent que ceux-ci ont dû effacer en partie les effets de ceux-là. Du reste, M. Élie de Beaumont place dans notre période ammonéenne ses 4e, 5e, 6e, 7e et 8e révolutions.

La dernière de ces catastrophes aurait produit des élévations que M. de Beaumont appelle *système du Mont Viso*, lesquelles sont dirigées du sud-sud-est, au nord-nord-ouest, et qui comprennent, outre le Mont Viso, une série de crêtes qui courent des environs de Nice à ceux de Lons-le-Saulnier; élévations qui paraissent avoir été soulevées entre la formation de l'étage supérieur et celle de l'étage moyen du terrain crétacé.

La septième aurait eu lieu entre la formation du terrain crétacé et celle du terrain jurassique, et aurait donné naissance à une série d'accidents dirigés du nord-est au sud-ouest, et notamment au *Mont Pilas* dans le Forez, à la *côte d'Or* en Bourgogne, à plusieurs chatnons du Jura, aux Cévennes, à l'*Erzgebirge*, etc.

M. de Beaumont place sa sixième révolution entre l'époque de la formation du terrain jurassique et celle du terrain triasique, et il lui attribue le redressement des couches d'un *système* de montagnes qui comprend notamment le *Morvan*, le *Thüringerwald* et le *Bœhmerwald*, montagnes qui sont en général dirigées du nord-ouest au sud-est.

La cinquième révolution aurait eu lieu entre la formation du grès de Nébra et du grès des Vosges, et aurait donné naissance aux montagnes qui bordent la vallée du Rhin, entre Bâle et Mayence, d'où M. de Buch les a appelées *système du Rhin*, et qui sont dirigées du nord-nord-est au sud-sud-ouest *.

La quatrième révolution aurait donné naissance à des accidents que M. de Beaumont appelle *système des Pays-Bas et du sud du pays de Galles*, parce qu'elle a disloqué les couches de terrain houiller qui se dirigent de l'est à l'ouest, depuis les environs d'Aix-la-Chapelle jusqu'aux petites îles de la baie de St.-Bride dans le pays de Galles. Cette révolution n'a point agi sur les dépôts

* Je suis loin de prétendre qu'il n'y ait point eu de révolution dans les contrées du Rhin vers la fin de la période où s'est déposé le grès des Vosges; mais je suis porté à croire, ainsi que j'ai essayé de le démontrer ailleurs (Bulletin de la société géologique de France, tome VI, page 51), que la grande fracture qui a formé la plaine qui s'étend de Bâle à Mayence et qui a séparé les Vosges du Schwarzwald, la Hardt de l'Odenwald, est moins ancienne que l'époque dont il s'agit, et je fonde cette opinion sur ce que des lambeaux de terrain jurassique se trouvent en couches très-inclinées sur les flancs de ces montagnes, comme si ces lambeaux s'étaient éboulés sur les bords de l'escarpement. D'un autre côté, la plaine renfermant des dépôts tériaires en couches horizontales, il est bien probable que la fracture s'est opérée entre la déposition du terrain jurassique et celle des terrains tériaires.

de l'étage supérieur du terrain pénéen qui se trouve dans les environs de Bristol ; mais comme les systèmes qui en ont subi les effets ne sont point en contact avec l'étage inférieur de ce groupe, M. de Beaumont suppose qne cette révolution a eu lieu entre la formation du grès des Vosges et celle du *Todtliegende*.

Enfin, la troisième révolution, qui paraît avoir agi entre la formation du terrain houiller et celle du terrain pénéen, a formé dans le terrain houiller du *nord de l'Angleterre* une série d'accidents dirigés parallèlement du nord au sud, en s'écartant un peu vers le nord-nord-ouest et le sud-sud-ouest.

739. *Matières qui ont occasionné ces soulèvements.*—Ce que nous avons dit ci-dessus (717) sur la difficulté de reconnaître les dépôts plutoniens qui ont déterminé les soulèvements de la période tériaire, s'applique également aux derniers soulèvements de la période ammonéenne ; aussi existe-t-il des montagnes rapportées à ces soulèvements où l'on ne voit aucun dépôt plutonien, tel est le Jura. Mais, d'un autre côté, les grandes liaisons que nous avons signalées entre le terrain pénéen et le terrain porphyrique, annoncent qu'une partie des matières qui composent ces deux groupes a été déposée aux mêmes époques, et semblent indiquer que de nombrenx épanchements porphyriques sont venus s'étendre sur les couches pénéennes dans les temps où elles se formaient.

740. *Origine du Todtliegende.* — Nous sommes même porté à considérer les dépôts de *Todtliegende* qui avoisinent des dépôts porphyriques, comme étant arrivés au jour avec ces derniers ; origine qui se conçoit facilement, car on sent que, quand des masses liquides ou molles sont poussées de bas en haut, le frottement de ces masses contre les parois des canaux qu'elles traversent, doit donner naissance à une grande quantité de fragments, dont les uns se détachent des roches traversées et dont les autres résultent de la solidification partielle des parties extérieures de la matière soulevée *.

741. *Importance de la révolution qui a eu lieu à cette époque.*—Nous sommes loin de prétendre que toutes les roches fragmentaires que l'on a rapportées au *Todtliegende* appartiennent à la même époque, et nous avons déjà fait remarquer que l'on avait reconnu des arkoses, des pséphites et des poudingues qui se rangent dans presque tous les groupes postérieurs, ce qui doit être ainsi, puisque nous avons vu qu'il y avait eu des révolutions dans toutes

* On voit que, d'après cette manière de voir, ces *Todtliegende* seraient au porphyre dans les mêmes rapports que les roches meubles et conglomérées des terrains basaltique et trachytique aux roches massives et cristallines de ces terrains. Nous avons cependant laissé les uns dans la classe des terrains neptuniens, et les autres dans celle des terrains plutoniens ; ce qui n'est pas rationnel : mais, comme le rapprochement indiqué ci-dessus n'est qu'hypothétique, je n'ai pas voulu m'écarter à cet égard de l'usage ordinaire.

les périodes correspondant à ces groupes; mais on ne peut disconvenir que la production de ces roches fragmentaires n'a été, à aucune époque, aussi abondante et surtout aussi générale, qu'après la formation du terrain houiller.

D'autres circonstances se réunissent aussi pour annoncer que la révolution qui a donné naissance au *Todtliegende,* a été une des plus importantes et des plus générales qui aient agité la surface du globe, et justifient ainsi la marche que nous avons adoptée en plaçant entre les terrains pénéen et houiller la ligne de démarcation entre l'ordre des terrains ammonéens et celui des terrains hémilysiens, ou entre la classe des terrains secondaires et celle des terrains primordiaux *.

Nous ne voyons notamment dans aucune autre partie de la série des terrains un changement aussi complet et aussi brusque de la nature organique que celui que l'on remarque entre les fossiles du terrain houiller et ceux du terrain triasique, ce qui semble annoncer une destruction plus complète des êtres vivants que celles qui ont eu lieu dans les autres révolutions.

D'un autre côté, les dépôts inférieurs au terrain pénéen qui sont demeurés en couches horizontales, sont beaucoup moins communs que ceux qui ont été relevés ou renversés; tandis que le contraire a lieu pour les dépôts postérieurs au terrain houiller.

Enfin, la couleur rouge, qui est bien plus fréquente dans les terrains pénéen et triasique que dans les autres dépôts neptuniens, ainsi que la circonstance qu'une très-grande quantité de filons métallifères paraissent être contemporains de ces groupes, annoncent qu'à cette époque il a paru à la surface de la terre beaucoup plus de fer et d'autres métaux proprement dits que dans les autres temps; ce qui nous conduit à parler ici de l'origine des filons proprement dits, afin de faire voir que la présence des métaux est un indice d'émanations de l'intérieur de la terre plus fréquentes et plus abondantes que celles des temps ordinaires.

* On pourrait dire, à la vérité, que, sous le rapport paléontologique, la ligne de démarcation serait mieux placée entre le terrain triasique et le terrain pénéen, qu'entre celui-ci et le terrain houiller; mais les rapports géognostiques annoncent que la révolution a commencé avec la fin des dépôts houillers, et cette circonstance ne me semble pas positivement en opposition avec ce rapprochement qui existe entre les fossiles hémilysiens et ceux du terrain pénéen; car on conçoit que la nature organique n'a pas dû être brusquement changée au moment où la révolution s'est fait sentir, mais que les débris des êtres antérieurs ont dû se trouver encore dans les dépôts formés après le commencement de la révolution, et que, si les changements dans les formes organiques sont, ainsi que nous l'indiquerons ci-après, le résultat de l'influence des causes extérieures sur les êtres vivants, il a fallu un certain temps pour que la nature vivante se mît en rapport avec le nouvel état du globe ou d'une contrée en particulier.

742. *Origine des filons proprement dits.*—Nous ne pouvons disconvenir cependant, que l'origine des filons proprement dits est encore un de ces mystères que l'on est loin d'avoir deviné d'une manière satisfaisante. Il n'y a pas longtemps que la plupart des géologistes pensaient, avec le célèbre Werner, que ces filons étaient des fentes remplies de haut en bas, par l'effet des eaux qui baignaient la surface de la terre; mais, dans ce cas, on doit se demander comment, à ces époques, il ne se faisait pas, hors de ces fentes, des dépôts analogues à ceux qui se formaient dans leur intérieur. On peut aussi se demander, comment les eaux pouvaient dissoudre une si grande quantité de métaux, et, en admettant la possibilité de la dissolution, où ces eaux superficielles trouvaient-elles les matières métalliques à dissoudre?

D'un autre côté, on a remarqué qu'un grand nombre de ces filons n'avaient point d'ouverture à l'extérieur, et qu'il en existe dans les roches plutoniennes, aussi bien que dans les roches neptuniennes. Or, ces diverses circonstances nous portent à croire qu'il est plus probable que les filons proprement dits ont été remplis, comme les dykes, de bas en haut, mais qu'au lieu de consister dans une masse molle, la matière des injections se composait de gaz, de vapeurs et d'autres matières analogues à celles qui s'échappent de nos volcans et de nos fourneaux de fusion; matières qui forment quelquefois, par voie de sublimation, des dépôts cristallins qui ont de l'analogie avec ceux des filons. En concevant de cette manière l'origine de ces filons, on fait rentrer ces gisements de minéraux dans le même ordre de phénomènes que ceux auxquels sont dus les principaux événements qui se passent encore à la surface de notre planète, et on évite la plupart des difficultés qui s'opposent à l'adoption des autres hypothèses. On conçoit, en effet, pourquoi les matières métalliques sont concentrées dans des fentes au lieu de former de vastes nappes à la surface de la terre, et la source de ces matières est toute trouvée; car la circonstance, que la pesanteur spécifique de la terre est à peu près le double (*Ast.* 36) de celle de la plupart des roches qui composent sa surface, prouve qu'il y a dans son intérieur beaucoup de matières plus pesantes que ces roches; matières qui, d'après ce que nous connaissons de la nature, doivent être des métaux proprement dits.

743. *Origine des filons fragmentaires.* — Quant aux filons fragmentaires, les corps organisés qu'ils renferment, leur largeur plus considérable en haut qu'en bas, et la nature des roches dont ils sont composés, annoncent qu'ils ont été remplis de bas en haut par l'effet du mouvement des eaux. Cette origine paraît hors de doute pour ceux de ces filons qui, comme les brèches osseuses, dont il a déjà été parlé ci-dessus (723), ne présentent que des débris de roches ou d'animaux dont l'existence préalable à la surface du globe se trouve constatée par d'autres monuments; mais elle présente certaines difficultés pour ceux qui renferment beaucoup de masses cristallines de

pyrite, de galène, de calamine, de quartz, etc. ; car la plupart de ces masses annoncent évidemment qu'elles n'ont pas été transportées, mais qu'elles ont cristallisé dans le filon même; or, on se demande alors, si le liquide qui baignait le filon, avait la propriété de donner naissance à ces cristaux, pourqnoi ce liquide n'en a-t-il pas déposé hors des fentes où le filon s'est formé? Peut-être, que, dans ces filons, le remplissage de haut en bas par le transport des eaux, se combinait avec les phénomènes que nous supposons avoir donné naissance aux filons proprement dits.

744. *Origine des veines.* — Les veines doivent peut-être quelquefois leur originc à des phénomènes analogues à ceux qui ont produit les filons; mais nous croyons qu'ordinairement elles proviennent de la force de cristallisation qui porte les molécules de même nature à sc rapprocber en se dégageant, pour ainsi dire, des molécules d'autre nature qui les enveloppaient. Indépendamment de ce qui se passc dans un liquide qui tient plusieurs sels en dissolution, on peut prendre une idée plus exacte dc ce phénomène, lorsque de la boue se gèle avec lenteur; car on y remarque que les molécnles d'eau, au lien de demeurer dans l'état d'union où elles étaient avec les molécules de terre, se réunissent et forment souvent de petites veines au milieu de la masse. Cet effet se remarque surtout au moment où la boue commence à geler, on y voit alors des veines superficielles de glace qui forment, au milieu de la masse non gelée, le même effet que les filets de glace qui commencent souvent la congélation de l'eau. D'un autre côté, les fissures de retraits qui se forment dans les masses minérales par le refroidissement et par la dessiccation, doivent aussi faciliter cette tendance des molécules similaires à se réunir.

745. *Origine des cavernes.* — L'origine des cavités qui existent dans la croûte du globe présente encore plus de difficultés dans son ensemble que celle des filons, non pas toutefois celle de toutes les cavités; car nous avons déjà eu l'occasion de parler de celles qui se font encore sous nos yeux, par le simple effet de la poussée des matières volcaniques et de celles qui résultent de l'écartement d'unc masse minérale. On conçoit aussi, dès que l'on admet que les montagnes ont été formées par soulèvement, que le mouvement imprimé aux masses qui les composent, et surtout les renversements qui en ont été la suite, ont dû donner naissance à un grand nombre de vides dans l'amas de décombres qui en résulte. Mais ces divers genres de phénomènes sont insuffisants pour expliquer l'origine des cavernes les plus communes, celles qui se prolongent sous la forme de couloirs plus ou moins étranglés. On a souvent cherché à rendre raison de cette origine par l'érosion des eaux, et il est bien probable que ce genre d'action a exercé une certaine influence sur plusieurs cavernes; mais, outre que, pour supposer le mouvement des eaux dans l'intérieur de l'écorce du globe, il faut aussi supposer l'existence de vides

préalables, c'est-à-dire, de cavernes, l'existence des étranglements dans les cavernes semble annoncer qu'elles ne peuvent être le résultat de l'action mécanique des eaux.

Pour pouvoir attribuer à l'action des eaux l'origine des cavernes à étranglements, il faut supposer que des eaux éjaculées de l'intérieur de la terre exerçaient une action dissolvante, soit que l'espace, maintenant vide, fût originairement occupé par des amas de matières qui, comme le selmarin, fussent solubles dans les eaux ordinaires, soit que les eaux qui auraient creusé les cavernes fussent imprégnées de principes qui leur donnaient la propriété de dissoudre les masses qu'elles traversaient. Mais cette explication laisse aussi à désirer; car dans la plupart des terrains à cavernes on ne voit aucun indice de l'intercalation de matières plus solubles que la masse principale. D'un autre côté, on conçoit difficilement l'existence d'une eau susceptible de dissoudre les roches silicatées, dans lesquelles se trouve la caverne que M. Virlet a observée dans l'île de Thermia, en Grèce, et, tout en admettant la possibilité qu'une eau chargée d'acide carbonique ou d'acide hydrosulfurique dissolve les roches calcareuses, on conçoit difficilement que l'action de ce liquide ait creusé des cavités considérables, qui n'ont d'autres issues que des ouvertures excessivement étroites, ainsi qu'on en remarque dans la plupart des cavernes.

On a aussi supposé que les cavernes sont le résultat du passage de gaz qui cherchaient à se dégager de l'intérieur vers l'extérieur, soit que ces gaz agissent d'une manière purement mécanique en traversant des masses encore molles, soit qu'ils fussent dans le cas de dissoudre ou de corroder les masses à travers lesquelles ils s'insinuaient au moyen des fentes ou fissures qui existaient dans ces masses. Cette hypothèse a au moins l'avantage de faire rentrer l'origine des cavernes dans le même ordre de choses que les autres grands phénomènes qui ont agi sur la surface du globe; mais, si nous concevons plus aisément l'existence d'un gaz qui aurait, comme le fluoride silicique, la propriété de dissoudre les roches silicatées, cette hypothèse ne rend pas mieux raison de l'existence des étranglements que celle des eaux acidulées sur les roches calcareuses. L'action mécanique des gaz sur une matière molle expliquerait mieux ce dernier phénomène, à cause de la propriété expansive de ces fluides, qui, comprimés sur un point, auraient étendu l'espace qu'ils occupaient, jusqu'à ce qu'ils trouvassent une issue par laquelle ils se seraient échappés, quelque resserrée que fût cette issue; de même que nous voyons une simple crevasse dans une chaudière, suffire pour laisser échapper une masse de vapeur qui, auparavant, produisait des effets immenses. Du reste, nous sommes loin de dire que cette explication n'est pas aussi sujette à de grandes difficultés; on pourrait notamment se demander comment il se fait que les couches qui auraient éprouvé une semblable dilatation dans leur intérieur,

ne se fussent pas gonflées dans les parties qui la subissaient? et l'on devrait s'étonner de ce que l'on voit, notamment dans le calcaire ammonéen de la Franconie, des cavernes qui se prolongent horizontalement sur une grande étendue, tandis qu'il aurait été beaucoup plus facile pour les gaz d'arriver directement au jour.

746. *Altération des roches par la chaleur.* — Avant de quitter cette espèce de récapitulation de quelques effets dont les causes ne sont pas bien connues, nous croyons devoir parler des altérations que l'on suppose que les roches neptuniennes ont éprouvées par l'action des roches plutoniennes ou des matières gazeuses qui accompagnaient ces dernières, lorsqu'elles étaient poussées à travers les premières.

Nous avons déjà eu l'occasion de faire remarquer (584), et il y a longtemps que l'on a observé, que certaines roches neptuniennes présentaient, dans le voisinage des basaltes, des caractères différents de ceux qu'elles ont habituellement, et même de ceux que les mêmes masses ont un peu plus loin : on avait observé, par exemple, que des bancs de craie ou de calcaire compacte prenaient une texture saccharoïde ou lamellaire, lorsqu'ils s'approchaient des basaltes, et que de la houille se trouvait transformée en un lignite semblable à du coke, d'où l'on a cru pouvoir attribuer ces propriétés à l'action de la chaleur communiquée par le basalte.

Comme les roches calcaires des contrées en couches inclinées, et surtout celles des terrains talqueux, ont plus communément la texture saccharoïde que celles des terrains en couches horizontales, on a aussi été conduit a attribuer cette propriété à la chaleur que ces calcaires ont éprouvée.

747. *Cémentation des roches.* — Mais M. de Buch a été beaucoup plus loin : ayant observé dans les Alpes orientales d'énormes dépôts de roches calcareuses, qu'il croit avoir été soulevées par les mélaphyres, et qui sont criblées de fissures et de fentes, lesquelles semblent avoir été occasionnées par le soulèvement et l'échauffement, et ayant reconnu que ces dépôts sont formés de dolomie, tandis que d'autres dépôts, qui paraissent faire partie des mêmes assises, mais qui n'ont pas été dans le cas d'avoir également éprouvé l'action des agents intérieurs, sont formés de calcaire; il en a conclu que les dépôts de dolomies avaient aussi été originairement du calcaire, mais que, lors de la poussée des mélaphyres, de la magnésie sublimée, aidée par l'action dilatante de la chaleur, s'était introduite dans les pores du calcaire, et s'était combinée avec ce dernier par une opération analogue à la cémentation de l'acier. Une opinion aussi hardie, et à laquelle on n'était nullement préparé, a dû trouver beaucoup de contradicteurs et beaucoup d'admirateurs; peut-être que parmi ces derniers il en est qui, voulant en généraliser l'application à toutes les dolomies quelconques, lui ont fait plus de tort que les contradicteurs.

Du reste, cette hypothèse, qui présente sous un point de vue tout à fait

nouveau la formation de plusieurs espèces de roches, n'a pas été restreinte à la seule dolomie, et plusieurs géologistes sont maintenant d'avis que beaucoup d'autres roches qui renferment de la magnésie sont dans le même cas. Ils voient, par exemple, dans les quartz talciques et dans les stéaschistes, des grès et des schistes qui ont été chauffés et imprégnés de magnésie par l'action des gaz qui accompagnaient les ophiolites qui ont soulevé ou traversé ces roches.

On ne s'est pas borné non plus à appliquer cette hypothèse à l'action de la magnésie, mais on suppose maintenant que beaucoup d'autres substances ont agi d'une manière analogue, et ont changé la nature des roches neptuniennes exposées à leur action. C'est ainsi, par exemple, que l'on voit dans plusieurs dépôts gypseux le résultat de l'altération d'un calcaire attaqué par des émanations sulfuriques.

748. *Origine des minéraux disséminés.* — On suppose aussi que l'action des agents intérieurs ne s'est pas bornée à ces espèces de cémentation, de sublimation ou d'altération des roches, mais qu'ils ont aussi déterminé, dans l'intérieur de celles-ci, la formation de corps tout à fait nouveaux, qui s'y seraient formés par suite des facilités que l'échauffement, et, par conséquent la dilatation des molécules, ont données pour que le jeu des affinités produise de nouveaux corps cristallins par un phénomène analogue à ce que nous voyons dans les corps fondus qui refroidissent sous des circonstances favorables, et à ce que nous remarquons quelquefois dans les matériaux de nos fourneaux qui ont subi les effets d'une forte chaleur. Cette hypothèse expliquerait très-bien pourquoi les minéraux disséminés sont, en général, si abondants dans les roches calcareuses, schisteuses et quartzeuses des montagnes en couches inclinées, tandis qu'ils sont si rares dans les mêmes roches des plaines en couches horizontales; elle expliquerait également pourquoi ces minéraux disséminés présentent, en général, les espèces qui se trouvent de préférence dans les roches plutoniennes, ou même qui en forment la base, comme le feldspath, l'amphibole, le pyroxène, etc.; elle expliquerait, enfin, comment les masses porphyriques intercalées dans des roches neptuniennes, peuvent avoir une origine plutonienne, quoique la présence du feldspath, de l'amphibole et du pyroxène dans ces roches neptuniennes, établisse de véritables rapports de composition entre celles-ci et les porphyres.

En résumé, et sans prétendre que l'on doive regarder la cémentation des roches et la sublimation des minéraux comme des faits constatés, et encore moins que l'on doive y voir un mode exclusif de formation, nous ferons remarquer que ces hypothèses expliquent de la manière la plus satisfaisante une foule de faits qui paraissaient à peu près inexplicables lorsque l'on n'admettait que des formations purement aqueuses et purement ignées.

749. *Flore du terrain houiller.* — Reprenant actuellement l'examen des

principales périodes de l'histoire de notre globe, nous remarquerons que celle où s'est formé le terrain houiller est pour nous d'un grand intérêt, parce qu'elle nous a laissé non-seulement un des produits les plus utiles pour nos arts, mais aussi une grande quantité de végétaux remarquables, tant par leur différence avec les végétaux actuels, que par les conséquences que l'on peut en tirer pour connaître l'état du globe à cette époque reculée et le mode de formation de son écorce extérieure.

Nous avons vu (498) que M. Adolphe Brongniart avait reconnu que sur deux cent cinquante-huit espèces observées dans le terrain houiller, deux cent dix-neuf appartiennent aux cryptogames vasculaires, dix-huit aux phanérogames monocotylédones, et que, quoiqu'on n'ait pas encore pu déterminer la classe des vingt-une autres espèces, elles paraissent aussi se rapprocher beaucoup plus de ces deux classes que des autres, de sorte qu'il semble que la classe des phanérogames dicotylédones, qui compose plus des trois cinquièmes des végétaux vivants, n'existait pas à cette époque reculée, tandis que les cryptogames vasculaires, qui ne forment qu'un trentième de la végétation actuelle, constituent à elles seules les cinq sixièmes de la flore houillère.

Nous avons vu également que, tandis que les cryptogames vasculaires qui vivent maintenant dans nos zones tempérées sont, en général, des plantes basses et rampantes, celles du terrain houiller se distinguaient par des tiges de très-grandes dimensions.

Nous avons vu enfin (498) qu'autant que l'on puisse en juger par le petit nombre d'échantillons de la zone glaciale observés jusqu'à présent, sa flore houillère avait les mêmes caractères principaux que celle de notre zone tempérée, et que l'on avait quelques indices pour penser que celle de la zone torride était aussi dans le même cas.

Si maintenant nous comparons la flore houillère avec celle des diverses régions du globe, nous verrons que c'est non-seulement dans la zone torride que nous devons chercher le moins de différence, mais que plus les flores actuelles appartiennent à des espaces de terre circonscrits au milieu d'étendue d'eau plus vaste, c'est-à-dire, à des îles plus petites et plus éloignées des continents, plus elles se rapprochent de ce que nous connaissons dans les terrains houillers, tant par la proportion numérique des espèces des différentes classes, que par le développement que prennent ces espèces. On remarque donc que non-seulement les fougères et les lycopodiacées sont plus nombreuses et plus développées dans la zone torride que dans la zone tempérée, mais que les îles l'emportent sous ce rapport de beaucoup sur les continents.

Ainsi, tandis que sur le continent de l'Europe ces plantes forment au plus un quarantième de la végétation totale, elles composent souvent le vingtième

de la végétation des continents de la zone torride. Dans les Antilles elles approchent du dixième, dans les îles de l'Océanie elles atteignent le quart ou même le tiers, et à l'île de l'Ascension il paraît y avoir égalité entre les plantes phanérogames et les cryptogames vasculaires.

750. *État du globe pendant la période houillère.* — Ce rapprochement nous conduit à supposer que non-seulement nos contrées étaient, à l'époque de la formation du terrain houiller, douées d'une température beaucoup plus élevée que celle dont elles jouissent maintenant; mais aussi qu'au lieu d'appartenir à de grands continents, elles formaient des archipels, composés d'îles peu étendues au milieu d'une vaste mer : conséquence qui reçoit encore une nouvelle confirmation de l'absence de débris d'animaux terrestres dans les terrains primordiaux en général; car, quand il n'y avait qu'un immense océan parsemé d'îles basses qui devaient être fréquemment inondées, et que la chaleur du globe ajoutait aux causes actuelles de puissants motifs d'humidité, la nature vivante ne devait pas encore avoir adopté les formes qui sont devenues propres à nos continents. Or, ces deux circonstances viennent encore à l'appui de l'hypothèse que nous avons adoptée; car la haute température de la surface du globe à cette époque reculée, est une preuve de sa chaleur originaire, et l'absence de grands continents est, comme nous l'avons déjà fait remarquer, une preuve que les montagnes ont été formées par soulèvements successifs.

751. *Origine de la houille.* — L'étude de la flore houillère a conduit aussi à des conclusions très-intéressantes sur l'origine de la houille, sur la nature de l'atmosphère dans les temps anciens, et sur le développement des êtres vivants.

Les différences qui distinguent la houille des roches ordinaires, ses rapports avec le charbon végétal et avec la tourbe, ainsi que l'abondance des restes de végétaux qui l'accompagnent, ont fait supposer, depuis longtemps, qu'elle doit son origine à la décomposition des végétaux; mais on objectait, contre cette hypothèse, qu'il était difficile de supposer, surtout dans nos contrées tempérées, une force végétative suffisante pour produire des masses aussi importantes que nos couches de houille. Or, cette difficulté se trouve en partie levée par le fait que la flore de cette époque est presque exclusivement composée de ces plantes simples, dont le développement a lieu avec rapidité sous des circonstances favorables, circonstances dont l'hypothèse de la chaleur primitive du globe nous donne déjà l'une des plus nécessaires. Mais la considération de cette immense quantité de carbone qui a été fixée dans l'écorce solide du globe, a conduit M. Adolphe Brongniart à supposer que, dans ces premiers temps, l'atmosphère contenait une proportion d'acide carbonique beaucoup plus forte que celle qui existe dans notre atmosphère, et l'on va voir comme cette ingénieuse hypothèse est avantageuse pour expliquer plusieurs phénomènes de l'histoire de notre globe.

On sait, notamment par les expériences de M. Théodore de Saussure, que la proportion d'acide carbonique que renferme notre atmosphère, est loin d'être la plus favorable à la vie des végétaux; qu'une quantité beaucoup plus considérable, jusqu'à 2, 3, 4 et même 8 pour cent, rend la végétation plus active, lorsque les plantes sont exposées à l'influence du soleil. Une proportion d'acide carbonique plus grande que celle qui existe actuellement dans l'atmosphère, devait donc rendre la vie des végétaux plus active et plus indépendante d'un sol encore stérile et chargé de peu de terreau, en permettant à ces végétaux de vivre presque uniquement aux dépens de l'atmosphère. D'un autre côté, la présence de cette plus grande quantité d'acide carbonique dans l'air, devait s'opposer, en partie du moins, à la décomposition des végétaux morts et à leur transformation en terreau, qui est due presque entièrement à la soustraction de leur carbone par l'oxygène de l'air. Les restes de végétaux morts devaient donc se conserver plus longtemps, ou perdre seulement leur partie aqueuse, et se transformer ainsi en une matière plus riche en carbone que le terreau, et qui aurait été l'origine de la houille.

Nous concevons donc maintenant, très-facilement, que la végétation puisse avoir donné naissance à la houille; mais il nous reste à examiner de quelle manière cette substance a été formée, et à cet égard il se présente deux hypothèses : l'une, que la houille a été formée, comme nos tourbes, sur la place même où croissaient les végétaux; l'autre, que les substances végétales ont été réduites en bouillie et transportées par les eaux. Mais, outre que cette dernière supposition est tout à fait contraire à ce qui se passe dans les phénomènes actuels qui ont le plus de rapport avec ceux qui nous occupent, il est à remarquer que la présence, dans le terrain houiller, de végétaux très-délicats, qui ont conservé toutes leurs parties, semble peu favorable à l'hypothèse d'un transport. Il est donc probable, ainsi que le pense M. Adolphe Brongniart, que le terrain houiller a été formé à la manière des tourbes, dans les îles basses sujettes à des inondations qui déposaient, au-dessus des dépôts végétaux, les couches de schistes et de psammites qui séparent ordinairement les couches de houille. La rareté des animaux aquatiques dans le terrain houiller est aussi une présomption en faveur de ce mode de formation. De même que l'absence des animaux terrestres dans les terrains hémilysiens en général, prouve en faveur de l'hypothèse que l'atmosphère contenait à ces époques reculées une proportion d'acide carbonique qui ne permettait pas la respiration aérienne, telle que la possèdent maintenant les mammifères, les oiseaux et peut-être même les reptiles.

Si on objectait que l'inclinaison et les plis anguleux du terrain houiller ne sont pas compatibles avec l'hypothèse de l'origine terrestre de la houille, nous répondrions que, quelle que soit l'hypothèse que l'on adopte, il est difficile ou plutôt impossible de supposer que ces plis soient le résultat de la position

originaire des couches, mais qu'il est bien probable, ainsi que nous l'avons vu, que ces plis et les fortes inclinaisons des couches sont le résultat de soulèvements et de glissements postérieurs à la formation de la roche, mais dont les premiers effets ont eu lieu à une époque où les couches avaient encore une mollesse qui leur permettait de se plier. Or, dès que l'on admet ce mouvement postérieur, on conçoit que les houilles peuvent être aussi bien le résultat de la croissance tranquille des végétaux, que celui d'un dépôt amené par les eaux.

752. *Soulèvements de la période hémilysienne.* — Nous avons déjà fait remarquer que plus nous remontons dans les temps anciens, plus il est difficile de reconnaître les soulèvements que nous supposons avoir donné naissance aux principaux traits de la configuration actuelle de notre globe, et les difficultés que ce genre de recherches nous a déjà présentées pour la période ammonéenne, sembleraient annoncer qu'il faut renoncer à l'appliquer à la période hémilysienne. Cependant, voulant faire connaître l'ensemble des idées du savant géologiste qui a donné tant d'importance à cette branche de la science, nous dirons que M. Élie de Beaumont place dans notre période hémilysienne ses deux premières révolutions. L'une, qui aurait agi vers l'époque de la formation du terrain anthraxifère, aurait donné naissance à des accidents que M. de Beaumont appelle *système des ballons des Vosges et des collines du bocage du Calvados*, parce qu'il lui attribue le soulèvement d'une partie des Vosges, notamment de deux cônes accolés l'un à l'autre, que l'on appelle ballon d'Alsace et ballon de Comté, ainsi que celui d'une partie des collines du bocage de la Basse-Normandie, également dirigées de l'ouest ¼ nord-ouest à l'est ¼ sud-est. Enfin, la première révolution aurait relevé les couches du *West-Moreland* et du *Hundsrück*, dirigées du nord-est ¼ est au sud-ouest ¼ ouest, et qui auraient subi cette action avant la formation du terrain anthraxifère.

L'existence de soulèvements antérieurs à la formation du terrain houiller, nous paraît un fait qui ne peut être contesté; car, outre que toutes les considérations théoriques se réunissent pour faire admettre ce fait, plusieurs géologistes rapportent que l'on voit des dépôts houillers reposer en couches horizontales sur les tranches d'un terrain plus ancien. Mais n'y aurait-il eu que deux révolutions pendant la période hémilysienne? c'est là une opinion que nos idées théoriques ne nous permettent pas d'adopter, quoique, dans l'état actuel de la science, nous ne soyons pas à même de démontrer le contraire.

753. *Age relatif des groupes hémilysiens.*—Nous nous bornerons donc à examiner si nous pourrons nous former une opinion sur l'âge relatif des divers groupes hémilysiens : mais cette recherche elle-même nous présentera beaucoup de difficultés; car, plus nous avançons dans la série des terrains, plus

nous perdons les jalons qui nous ont servi de guide dans l'examen des terrains plus nouveaux. En effet, ce que nous avons dit des soulèvements successifs éprouvés par l'écorce du globe et de la position des terrains primordiaux placés ordinairement sur leur tranche, fait sentir que les superpositions sont tout à fait insignifiantes parmi ces terrains qui, simplement relevés par un premier soulèvement peuvent avoir été renversés en sens contraire par une seconde révolution, puis relevés par une troisième, et ainsi de suite, de sorte que les superpositions sont généralement dans le cas de nous égarer plutôt que de nous éclairer. Quant à l'étude des corps organisés, ce guide nous manque tout à fait pour le dernier groupe, et ce que nous connaissons des fossiles des terrains anthraxifère et ardoisier, suffit bien pour nous indiquer un ordre de choses plus ancien que ceux des terrains secondaires, mais nous donne peu de notions sur l'âge relatif de ces terrains. Nous ne pouvons même mettre les corps organisés du terrain houiller, presque entièrement composé de débris de végétaux, en comparaison avec ceux du terrain anthraxifère, presque entièrement composé de débris d'animaux, et pour ce qui est des fossiles du terrain ardoisier, ils sont encore si peu connus, et ceux que l'on a observés diffèrent si peu de ceux du terrain anthraxifère, que nous ne pouvons, jusqu'à présent, en tirer aucune conséquence sur l'âge relatif de ces groupes. Aussi avons-nous déjà fait remarquer (492) qu'il serait possible que la division que nous avons établie dans les terrains hémilysiens fût plutôt déterminée par des rapports minéralogiques que par de véritables époques de formation ; opinion à l'appui de laquelle on peut invoquer quelques observations faites dans ces derniers temps; telle est celle de M. Veaver, qui croit avoir reconnu en Irlande, au-dessous du *mountain limestone,* ou calcaire anthraxifère de notre méthode, un terrain houiller très-bien caractérisé; tels sont aussi plusieurs dépôts de calcaire semblable au calcaire anthraxifère, et qui paraissent intercalés dans le terrain ardoisier ; telle est enfin la ressemblance qui existe entre le terrain talqueux et les roches de la Tarentaise, que M. Élie de Beaumont considère comme faisant partie de nos terrains ammonéens.

754. Cependant la division que nous avons adoptée est conforme, sauf les dénominations, à la plupart de celles que les auteurs donnent comme correspondantes à des époques chronologiques, et nous pensons qu'il y a effectivement de puissants motifs pour croire qu'au moins les principaux systèmes qui composent nos quatre groupes hémilysiens, ont été formés dans l'ordre que nous avons indiqué. Cette opinion se trouve appuyée, en ce qui concerne le terrain houiller, par ses liaisons avec le terrain pénéen, et par des observations directes qui ont été facilitées par les travaux d'exploitation. Le terrain anthraxifère doit être mis à la suite du terrain houiller, à cause de ses nombreuses liaisons avec ce dernier; et le terrain ardoisier paraît pouvoir être placé en troisième ligne, parce qu'on le voit fréquemment se lier, de la manière la plus

intime; avec les terrains anthraxifère et talqueux, tandis qu'il paraît être ordinairement séparé du terrain houiller par le terrain anthraxifère. Une autre considération, qui conduit aussi au même résultat, c'est que les corps organisés sont beaucoup plus rares dans le terrain ardoisier que dans les deux autres groupes, d'où l'on pourrait supposer que les êtres vivants commençaient seulement à paraître à la surface de la terre, lors de la formation de ce terrain; mais on doit éviter de mettre trop d'importance à cette considération, car l'étude de la géognosie nous a fait connaître que les débris d'êtres vivants sont, pour ainsi dire, cantonnés dans l'écorce du globe, et que certains systèmes de roches formés dans les eaux longtemps après l'apparition des êtres vivants, ne présentent pas de débris de ces êtres, et que cette circonstance a principalement lieu pour les roches de nature siliceuse, comme si les êtres organisés n'avaient pu vivre dans les eaux qui déposaient de la silice. Or, il est à remarquer que la silice forme aussi le principe dominant du terrain ardoisier.

Enfin, nous sommes conduit à voir dans le terrain talqueux le dernier terme de la série neptunienne, tant parce qu'il paraît ne pas renfermer de corps organisés, que parce qu'il est de tous nos groupes neptuniens celui qui ressemble le plus au terrain granitique, que l'on est dans l'habitude de considérer comme la base sur laquelle reposent tous les terrains neptuniens. Mais, pour apprécier les conséquences que l'on peut tirer de cette considération, il est nécessaire que nous quittions la marche que nous avons suivie jusqu'à présent, et qu'au lieu de nous borner à remonter successivement des phénomènes qui se passent actuellement à ceux qui ont dû se passer anciennement, nous arrivions brusquement à l'état primitif du globe, pour examiner ce qui a dû se passer à cette époque reculée.

755. *État primitif du globe.* — On a pu remarquer, par ce que nous avons dit des observations faites sur la température intérieure de l'écorce de la terre, ainsi que des recherches faites pour expliquer les causes des volcans, des tremblements de terre, du déluge, de la formation des montagnes et de l'origine des roches, que nous avons été conduit à supposer que non-seulement l'intérieur du globe est à l'état de fluidité ignée, mais que son écorce solide a aussi été fluide, et tend encore à s'épaissir par suite du refroidissement. D'un autre côté, le calcul a prouvé aux astronomes que notre planète a précisément la forme qu'elle aurait dû prendre si elle avait été fluide. De sorte que deux ordres de considérations, tout à fait différentes, nous conduisent à supposer que notre planète a été à l'état de fluidité.

Or, c'est là le terme où nous devons nous arrêter; car, outre que les recherches sur l'origine des astres nous semblent hors du domaine de la géologie, nous avons déjà eu l'occasion de faire connaître (*Ast.* 79), que l'on ne pouvait former sur cette question que des hypothèses qui ne s'appuient sur aucun fait positif. Nous devons, en conséquence, nous borner à examiner jusqu'à quel

point on peut faire concorder ce qui a dû se passer dans une semblable masse fluide avec l'état des choses que l'étude géographique et géognostique du globe nous a montré.

756. *Premiers effets du refroidissement. Coagulation.* — On sent, d'après ce que nous connaissons des lois de la chaleur, qu'aussitôt qu'aura cessé la cause qui avait pu donner aux matières qui composent notre globe une température si différente de celle des espaces planétaires, la partie extérieure de ce globe aura tendu à se refroidir, et qu'un des premiers effets de cette diminution de chaleur a dû être la *coagulation* d'une croûte solide autour de la masse liquide, d'où est résulté un premier mode de formation de roches qui s'opère de haut en bas, et qui doit se continuer jusqu'à ce que l'abaissement de la température intérieure du globe, qui tend à se mettre en équilibre avec les effets que la chaleur solaire occasionne à la surface, ait permis la consolidation de toute la masse; mais ce phénomène a dû aller plus rapidement dans les commencements qu'il ne va maintenant, par la raison que la partie extérieure d'un bain de métal fondu se refroidit plus rapidement que la partie intérieure.

757. *Précipitation atmosphérique.* — On sent également que, quand la surface du globe était assez chaude pour que sa masse fût à l'état de fluidité ignée, elle devait être entourée d'une atmosphère qui, indépendamment des fluides élastiques de notre atmosphère actuelle, devait contenir l'eau qui est maintenant à la surface de la terre, et une foule d'autres matières sublimées. Or, dès que la température aura commencé à diminuer, ces matières auront commencé à se précipiter à la surface de la terre, et auront ainsi contribué à la formation de sa croûte solide par l'addition de nouvelles parties, qui s'ajoutèrent dans un sens différent de celles résultant de la consolidation intérieure, c'est-à-dire, de bas en haut. Ce second mode de formation a dû se prolonger assez longtemps; car, de même que le renouvellement des évaporations a toujours entretenu et entretient encore le renouvellement des pluies, il devait se passer, lorsque l'eau ou des matières humides touchaient les matières plus chaudes de la surface du globe, des phénomènes chimiques qui ont dû lancer dans l'atmosphère de nouveaux gaz, et, quoique ce phénomène ait dû diminuer d'intensité aussitôt que le globe aura été entouré d'une écorce solide, on sent qu'il aura encore dû continuer à avoir beaucoup d'énergie pendant tout le temps que cette écorce a conservé une température élevée, puisqu'il a même encore lieu, nos phénomènes météorologiques étant quelquefois accompagnés de la précipitation de matières solides.

758. *Précipitation aqueuse.* — En troisième lieu, aussitôt que le refroidissement de la surface du globe a été suffisant pour qu'il y demeurât de l'eau, un nouveau mode de formation sera venu se joindre aux autres, c'est celui des *précipitations* et des cristallisations chimiques *par la voie humide*, et on conçoit toute l'énergie avec laquelle ces phénomènes devaient s'opérer,

quand on fait attention à la haute température dont ce liquide était doué, et à toutes les substances gazeuses avec lesquelles il était en contact.

759. *Éjaculation.* — Enfin, la théorie que nous avons adoptée pour expliquer les phénomènes volcaniques et l'origine des montagnes, nous a conduit à admettre un quatrième mode de formation, qui n'a pas dû tarder longtemps, après la consolidation de l'écorce : c'est l'*éjaculation* ou la poussée en dehors d'une portion du liquide intérieur.

760. *Liaison entre ces quatre modes de formations.*— Du reste, ces quatre modes de formations n'ont pas dû produire, dans les premiers temps, des matières aussi différentes les unes des autres que celles qui résultent maintenant des phénomènes analogues qui ont encore lieu, parce que l'état des choses, à cette époque, établissait, entre ces divers modes de formations, des rapports qui n'existent plus. On sent, par exemple, qu'il ne doit pas y avoir beaucoup de différence entre les matières qui, lors du commencement de la consolidation de la croûte du globe, se coagulaient directement à la surface, et celles qui, dégagées par voie de sublimation de la même masse, se précipitaient de l'atmosphère, ou se cristallisaient par la voie aqueuse sous une température à peu près aussi élevée que celle dont jouissaient les liquides ignés. D'un autre côté, les précipitations atmosphériques ayant dû commencer avant que la masse liquide ait été recouverte d'une croûte solide, les matières précipitées se seront mêlées avec celles qui se coagulaient, et auront ainsi augmenté les rapports qui devaient déjà résulter de l'origine commune de ces matières, de sorte qu'il a dû se former, au point de contact, des systèmes qui participaient autant des caractères des roches formées par coagulation que de celles formées par précipitation.

Une autre cause de mélange, et par conséquent de liaison, a dû résulter des fréquentes ruptures qu'ont sans doute éprouvées ces premières croûtes solides. En effet, pour juger de ce qui a dû se passer lorsque l'écorce du globe a commencé à se former, nous ne devons pas nous borner à examiner ce qui a lieu dans un fourneau de fusion dont on a laissé éteindre le feu, ou dans un vase rempli d'eau que l'on a exposé à l'action de la gelée ; car, indépendamment de beaucoup d'autres circonstances, une cause à peu près insensible pour nos petits réservoirs, a dû occasionner, lors du refroidissement de l'enveloppe extérieure du globe, des effets puissants en ce qui concerne la nature et la structure de cette enveloppe. Cette cause est l'action d'une atmosphère dans laquelle il devait se passer des phénomènes bien plus énergiques que ceux qui se passent dans la nôtre; et cependant la seule action de nos vents suffit souvent pour rompre les glaces qui se forment sur un amas d'eau, pour faire refouler ces glaces dans diverses directions, les accumuler les unes sur les autres, et élever des espèces de montagnes formées de glaçons disposés dans tous les sens. On conçoit donc que les mouvements extérieurs de l'atmosphère ont dû rompre les premières croûtes qui se formaient à la sur-

face de la masse liquide du globe, que ces fragments solides, nageant dans la masse liquide, se seront mélangés avec cette masse, y seront même quelquefois repassés, en tout ou en partie, à l'état liquide, et d'autres fois se seront amoncelés les uns sur les autres, en se plaçant aussi bien sur leurs tranches que sur leur plat, de manière à former à la surface du globe des inégalités et des aspérités plus ou moins sensibles. On sent encore que les premières précipitations atmosphériques, ayant dû être accompagnées de pluies violentes, ne devaient pas différer beaucoup de celles qui se sont faites, quelque temps après, au milieu des eaux.

On conçoit enfin que, quand la croûte aura acquis assez de solidité pour ne plus se laisser rompre par les phénomènes météoriques, les contractions résultant du refroidissement et du dessèchement auront produit des fentes qui auront mis au jour des parties liquides ou molles de l'intérieur, qui ne devaient pas différer beaucoup de celles qui avaient formé les premières assises de l'écorce, puisqu'elles provenaient à peu près des mêmes profondeurs, qu'elles n'avaient pas été dans le cas d'être modifiées par un long trajet, et que la consolidation des unes et des autres s'était faite sous des températures peu différentes.

761. *Application de cette théorie aux terrains observés.* — Cet exposé théorique de la manière dont les premières parties de la croûte solide de notre globe ont dû se former, doit, en quelque façon, nous faire désespérer de pouvoir jamais déterminer, d'une manière positive, quels sont les systèmes de roches qui doivent leur origine à chacun de ces modes de formation en particulier, et se trouve d'ailleurs parfaitement d'accord avec la confusion que l'étude géognostique des terrains nous y a fait reconnaître. Cependant la structure non stratifiée et la texture cristalline du terrain granitique nous portent à y voir les résultats des premières coagulations; d'un autre côté, la stratification du terrain talqueux, la liaison et la ressemblance de quelques-uns de ses membres avec le terrain granitique, ainsi que l'absence des corps organisés, nous font voir dans ce groupe les résultats des premières précipitations, et surtout des précipitations atmosphériques; tandis que la présence de quelques corps organisés marins dans le terrain ardoisier, et sa liaison intime avec le terrain talqueux, nous y montrent les résultats des précipitations qui se sont formées dans des eaux habitées par les premiers êtres vivants.

On sentira que, dans cette manière de voir, on explique assez aisément plusieurs circonstances qui pourraient paraître difficiles à concevoir, lorsque l'on ne fait attention qu'à la différence qu'il y a entre les produits qui se font maintenant par la voie aqueuse et par la voie ignée. Telle est, par exemple, la grande ressemblance et la liaison intime qui existe entre le gneisse et le granite, puisque nous avons vu que les premiers effets de la coagulation et les premiers effets de la précipitation devaient donner des résultats bien peu différents. On concevra de même le mélange et la liaison de ces systèmes de

roches par les fractures qui auront fait nager des masses de gneisse, de micaschiste et d'autres roches talqueuses, encore molles, dans des pâtes destinées à devenir du granite en se refroidissant. La diversité et le mélange des roches du terrain talqueux, leur ressemblance avec celles qui composent les terrains agalysiens, et la présence presque générale de la magnésie dans ces roches, sont, en quelque manière, des conséquences de leur formation par voie de précipitation, occasionnées, sous des températures excessivement élevées, par de fréquentes sublimations émanant de matières incandescentes.

762. *Origine des granites.* — Nous ne disconviendrons pas cependant que cette explication théorique est susceptible de quelques objections, surtout en ce qui concerne le granite, qui, dans cette manière de voir est le premier résultat de la consolidation de la croûte du globe, et a dû être entièrement recouvert par les dépôts hémilysiens; tandis que l'observation a fait voir des granites injectés sous la forme de filons dans des dépôts hémilysiens, et que cette roche se présente souvent à découvert et forme quelquefois le sol de massifs considérables. Mais il nous semble qu'il y a des difficultés beaucoup plus difficiles à résoudre dans toutes les autres hypothèses qui ont été formées pour expliquer l'origine du granite; nous ne nous arrêterons pas à l'hypothèse, admise pendant si longtemps, que le granite était dû à une cristallisation par la voie humide; car c'est là une de ces suppositions qui ne s'appuient sur aucun des phénomènes que nous présente la nature actuelle; mais passant à l'hypothèse qui voit dans les granites, comme dans les porphyres et dans les roches pyroïdes, le produit d'éjaculations de matières liquides, nous répondrons que, si la matière des granites avait été poussée au jour à l'état liquide lorsque la croûte du globe était déjà formée, il y a tout lieu de croire, d'après ce que nous connaissons des lois de la cristallisation et du refroidissement, qu'ils n'auraient pu prendre, d'une manière aussi générale, la texture granitoïde qui les caractérise; tandis que cette texture est un résultat naturel d'un refroidissement aussi lent que celui qui a dû se faire lors de la première coagulation de la croûte. On conçoit également que, si les granites avaient encore conservé un certain état de mollesse lorsqu'ils ont été soulevés, ils pouvaient, sans perdre leur texture granitoïde, être mis à découvert par le glissement des dépôts supérieurs, être rejetés sur ces dépôts et même être injectés dans les fentes qui se trouvaient ou se formaient dans ces derniers : explication qui paraît d'autant plus satisfaisante, que les granites ont dû conserver longtemps après leur coagulation l'état de mollesse nécessaire pour se prêter aux phénomènes dont il s'agit; d'où il résulte que, tout en admettant que le terrain granitique est en général le résultat de la première coagulation de la croûte du globe, on n'est pas obligé de restreindre leurs soulèvements aux premières révolutions.

D'un autre côté, on peut aussi concilier avec l'hypothèse de la priorité

des granites sur toutes les autres roches, deux circonstances qui, au premier abord, semblent encore lui être opposées; c'est la liaison du terrain granitique avec deux groupes plus nouveaux que les terrains hémilysiens, c'est-à-dire, avec les terrains porphyrique et pénéen.

En effet, la première de ces circonstances n'est qu'une conséquence de la manière dont nous supposons que les porphyres ont été formés et de leur rapport de composition avec les granites; car, si les porphyres sont le résultat d'éjaculations qui, quoique postérieures à la coagulation du granite, ont quelquefois eu lieu avant que celui-ci soit passé à l'état de solidité sclérique, on sent que, quand la matière de ces porphyres a été poussée de bas en haut contre la masse granitique, elle aura été dans le cas de s'injecter dans cette dernière, plutôt que de la soulever, et que, vu l'état où se trouvait le granite et vu la presque identité de nature entre ces deux roches, il a dû se former une union intime entre la matière injectée et celle injectante.

Il est bon de faire remarquer, à cette occasion, que la grande ressemblance entre la nature chimique des roches des terrains porphyrique et granitique, ainsi que la différence de texture qui les distingue, sont aussi en rapport avec l'origine que nous leur supposons; car, si le globe a été à l'état fluide, il est bien probable que les matières qui composaient cette masse se sont disposées, jusqu'à un certain point, dans l'ordre de leurs densités, de sorte qu'il y aura eu peu de différences entre celles qui étaient voisines, ce qui explique pourquoi les dépôts porphyriques, qui paraissent les plus anciens, sont précisément ceux qui ressemblent le plus aux granites, et pourquoi les produits de nos volcans actuels sont, de toutes les roches plutoniennes, celles qui diffèrent le plus des granites *. D'un autre côté, on sent que si la matière des porphyres a été injectée dans des dépôts dont la température était déjà devenue assez basse, elle se sera refroidie plus rapidement que les matières qui se coagulaient en grandes masses, et qu'en conséquence la force de cristallisation n'aura pu s'y développer d'une manière aussi complète.

Quant à la liaison entre les granites et le terrain pénéen, elle annonce seu-

* Si l'on objectait contre l'opinion de l'arrangement des matières qui composent le globe dans l'ordre de leur densité, que les terrains plutoniens n'annoncent pas un accroissement de densité très-sensible dans l'ordre de leurs éjaculations, on pourrait répondre que les corps, en changeant d'état, éprouvent presque toujours des changements dans leur densité; que ces matières, en traversant la croûte solide pour arriver au jour, ont dû éprouver des actions susceptibles de modifier leurs propriétés originaires, et qu'enfin il paraît que l'interposition des matières gazeuses a joué un grand rôle dans le phénomène de l'éjaculation lui-même. Au surplus, on pourrait dire aussi que les roches plutoniennes nouvelles annoncent qu'elles partent d'une masse plus dense que les roches anciennes; car celles-ci contiennent ordinairement plus de magnésie et moins de fer que celles-là : or on sait que les combinaisons du fer sont généralement plus denses que celles de la magnésie.

lement que les granites qui présentent cette liaison ont été soulevés à l'époque de la formation du terrain pénéen; car on conçoit que l'agitation qui s'est établie dans une circonstance semblable, a dû désagréger et remanier la partie extérieure d'une masse aussi friable que celle que devaient former les granites avant que leur consolidation fût complète.

765. *Apparition des êtres vivants.* — Lorsque nous avons parlé de l'absence des débris d'êtres vivants dans le terrain talqueux, nous n'avons voulu que rappeler l'état actuel des observations, sans prétendre que la vie ne pût avoir paru sur la terre, lorsque les derniers termes du terrain talqueux se formaient, aussi bien que quand se déposait le terrain ardoisier, d'autant plus que l'on a vu qu'il n'y avait presque pas de différences entre ces deux groupes de terrains. Si l'on objectait qu'il est peu convenable de placer l'apparition des êtres vivants au milieu d'une série de dépôts qui se lient aussi intimement que les terrains hémilysiens, nous répondrions que nous ne voyons pas de motifs pour supposer que ce phénomène, quelque important qu'il soit pour l'histoire de la terre, ait dû opérer des changements dans les circonstances qui donnaient naissance aux roches, ni même coïncider avec aucune des grandes catastrophes dont nous supposons que notre globe a été le théâtre; car ces révolutions, bien loin de développer le mouvement vital, devaient, au contraire, arrêter son développement. Du reste, on sent qu'il n'a pu exister d'êtres vivants sur la terre, qu'autant que la température de sa surface n'était pas trop élevée pour détruire les tissus organiques, et, quoiqu'il soit très-possible que les premiers êtres vivants aient pu supporter des températures qui feraient mourir les animaux et les végétaux actuels, il est infiniment probable qu'il n'a pu en exister avant que le globe ait été entouré d'une écorce solide, et qu'il y ait eu sur cette écorce des amas d'eaux permanentes, de sorte que les trois premiers modes de formation des roches que la théorie et l'observation nous ont fait admettre, devaient exister avant l'apparition du mouvement vital. D'un autre côté, il est inutile de dire que cette apparition n'a pas fait cesser ces formations, puisqu'il en est qui ont encore lieu, et qu'une grande partie de l'écorce du globe recèle des débris d'êtres vivants; mais on ne voit même aucun motif pour que la présence de ces êtres ait apporté dans la nature et dans la texture des roches, d'autres changements que ceux qui pouvaient résulter du mélange de ces corps ou de leurs débris avec les masses qui se formaient, et on sent que ces changements ne devaient pas être très-importants, surtout dans les premiers moments, la vie n'ayant pas dû prendre, au premier instant, tout le développement qu'elle a eu quelque temps après. Il est à remarquer aussi que la diversité des phénomènes qui se passaient à la surface du globe, et les variations que présentent les diverses masses, par rapport à la transmission de la chaleur, rendent infiniment probable que le mouvement vital ne s'est pas établi sur toute la terre à la fois;

car certains lieux devaient avoir déjà acquis une température très-propre au développement des êtres vivants, tandis que d'autres parties devaient être encore douées d'une température qui ne permettait pas à ces êtres d'y subsister.

Il résulte de ces considérations, que l'apparition des êtres vivants n'a pas dû occasionner de grands changements dans la nature des roches qui se formaient, et que ces changements ne pouvaient être généraux, puisque certains lieux devaient déjà nourrir des êtres vivants, tandis que d'autres lieux continuaient à se trouver sous les mêmes circonstances que celles qui avaient précédé le développement du mouvement vital. De sorte que des terrains formés après cet événement peuvent être absolument semblables à ceux qui ont été formés auparavant, ce qui est tout à fait d'accord avec l'opinion que les êtres vivants ont commencé à exister pendant la période où se formaient les terrains que nous avons appelés hémilysiens.

764. Une autre question qui se présente à ce sujet, c'est de savoir si les végétaux et les animaux ont paru en même temps, ou si l'un des deux règnes a précédé l'autre. La circonstance que les végétaux dominent dans le terrain houiller, tandis que les terrains anthraxifère et ardoisier ne présentent, en général, que des débris d'animaux, jointe à l'idée théorique qu'il ne devait pas y avoir de terres découvertes dans ces époques reculées, ont porté plusieurs naturalistes à penser que les animaux ont précédé les végétaux. Mais nous ferons remarquer, en ce qui concerne le premier point, que l'on trouve aussi des végétaux dans le terrain anthraxifère, et que l'intime liaison qui existe entre ce terrain et le terrain ardoisier, ainsi que la grande ressemblance que l'on remarque entre les animaux de ces deux terrains, rendent infiniment problable que l'on y trouvera aussi des végétaux lorsque l'on aura mieux étudié ce terrain. D'un autre côté, l'hypothèse que nous avons adoptée pour expliquer la formation de l'écorce du globe, est loin de nous conduire à supposer que cette écorce ait jamais été entièrement couverte d'eau ; car nous avons vu que cette hypothèse nous conduit à supposer qu'il y avait déjà des inégalités à la surface de la terre, lorsque cette surface était encore trop chaude pour conserver des eaux permanentes. Or, quoiqu'il soit infiniment probable qu'il n'a pu exister de végétaux sur un sol trop échauffé pour conserver des eaux permanentes, cette supposition répugnerait moins à l'imagination que celle de croire qu'il y avait des animaux aquatiques avant l'existence des eaux permanentes.

Il est à remarquer aussi que l'étude des fossiles nous a montré qu'en général on trouvait dans les terrains hémilysiens presque tous les grands types d'organisation, mais seulement dans leurs formes les plus simples; or, le règne végétal présentant les types les plus simples de la nature organique, il serait tout à fait contraire à ce que nous connaissons de sa marche, de supposer que les animaux aient paru avant les végétaux.

Nous sommes en conséquence porté à croire que la nature végétale et la

nature animale ont paru en même temps; mais que, s'il y avait eu quelque différence à cet égard, on devrait supposer que les végétaux ont précédé les animaux, plutôt que de croire que ceux-ci auraient paru avant ceux-là.

765. *Succession des êtres vivants.* — D'un autre côté, les changements successifs que l'étude de l'écorce du globe nous a fait reconnaître dans la nature des êtres vivants qui l'ont habité, nous conduit à examiner la question de savoir s'il y a eu plusieurs créations, on s'il y a eu simplement destruction partielle avec déplacements géographiques des espèces, ou, enfin, si la reproduction a pu produire cette succession de formes différentes que nous avons observées. L'idée d'une série de créations nouvelles est une hypothèse purement gratuite, qui n'est appuyée sur aucune analogie avec les phénomènes qui ont lieu depuis les temps historiques; or, il semble que l'on ne doit recourir à de semblables hypothèses que quand il est absolument impossible d'expliquer autrement les faits, ce qui n'a point lieu dans le cas présent.

La destruction partielle a, sans contredit, eu lieu dans certains cas; ainsi, quand la mer a recouvert une île ou un continent entier, tous les animaux terrestres ont dû être détruits et remplacés par des animaux marins; de même, lorsqu'un fond de mer a été mis à sec, les animaux marins ont dû se retirer ou périr, et les animaux terrestres sont venus ensuite s'emparer du sol mis à sec. On sent aussi que les changements survenus dans la température, la multiplication des animaux carnassiers et celle de l'homme, ont pu faire disparaître certaines espèces; mais, si les changements de la nature vivante ne s'étaient passés que de cette manière, il faudrait un hasard bien singulier pour que nous n'eussions pas encore rencontré, dans le grand nombre de lieux où l'on a observé les terrains anciens, des restes d'espèces semblables à celles qui vivent actuellement; il faudrait que, par un second hasard, les êtres vivants eussent été cantonnés sur la surface du globe, en groupes qui présentassent des systèmes d'organisation qui, quoique faits sur les mêmes types généraux, auraient tous été plus ou moins différents, et auraient offert une succession de formes analogues à ce que l'étude géognostique des terrains nous a présenté. Il faudrait, enfin, supposer que, par un troisième hasard, qui tombe encore moins sous les sens, la destruction eût successivement atteint les groupes les plus différents de la nature actuelle, et que les contrées où nous avons fait des observations n'aient été habitées que par ces divers groupes, qui seront venus successivement se remplacer dans l'ordre de leurs affinités organiques avec le groupe actuel, à tel point que le changement, quand la série des terrains n'est point interrompue, ou quand le changement des êtres vivants ne concorde pas avec une invasion ou une retraite de la mer, n'a lieu que par des passages presque insensibles, et qu'à côté d'une forme nouvelle il se conserve, au moins pendant quelque temps, des formes anciennes qui disparaissent ensuite pour ne plus se représenter.

766. L'hypothèse du changement successif des êtres vivants par la voie de la reproduction peut, de son côté, être attaquée par la considération que, dans l'état actuel des choses, les espèces ont une stabilité de formes qui ne permet pas de supposer des changements semblables à ceux offerts par la succession des corps organisés fossiles; mais, quelque grande que soit cette stabilité, elle n'est cependant pas absolue, et si nous examinons sous ce rapport l'histoire des êtres vivants actuels, nous verrons que différentes causes amènent encore des changements dans leurs formes. La principale de ces causes sont les soins de l'homme, qui, en augmentant, en diminuant, ou en variant la nourriture des êtres vivants, ainsi qu'en changeant la température du milieu où ils se trouvent, est parvenu à faire doubler les fleurs, à rendre les fruits plus gros et plus succulents, et à donner aux animaux domestiques des qualités et des formes tellement différentes, que les zoologistes sont obligés de laisser dans l'espèce *chien,* une collection d'animaux parmi lesquels il s'en trouve qui diffèrent bien plus entre eux, que le renard ne diffère du loup.

Des changements de ce genre se passent aussi sans le concours des soins de l'homme, par suite du changement des circonstances sous lesquelles se trouvent les être vivants. C'est ainsi que les mêmes chevaux espagnols, abandonnés dans les *pampas* brûlantes, ou dans les *paramos* glacées de l'Amérique méridionale, ont donné naissance à deux races qui diffèrent autant que l'âne et le zèbre. Enfin, sans sortir de notre espèce, nous voyons que le régime diététique d'une nation, ou que la profession de certaines familles, donnent à cette nation ou à ces familles des formes particulières qui se propagent par la reproduction. Or, on concevra aisément que cette diversité de profession ou de régime, ainsi que les changements de température qui peuvent résulter du transport de certains êtres vivants à des hauteurs ou à des latitudes différentes, et les changements que l'homme peut opérer dans la nourriture ou dans la manière d'être des plantes ou des animaux, sont des causes bien faibles, en comparaison des grands phénomènes géologiques. Car la chaleur extérieure du globe, la diminution successive de cette chaleur, la nature de l'atmosphère dans les premiers temps, les nouveaux gaz qui venaient à chaque instant changer sa composition, la nature minérale des eaux, les changements que de nouvelles dissolutions et de nouvelles précipitations y occasionnaient sans cesse; toutes ces causes réunies devaient incontestablement exercer sur le mouvement vital une influence dont nous ne pouvons bien déterminer l'énergie, mais que l'on peut considérer comme suffisante pour avoir donné lieu aux changements de formes que nous avons remarqués dans la succession des êtres vivants *.

* Il n'est pas hors de propos de faire remarquer ici que l'on ne peut tirer de ce qui vient d'être dit sur les changements de formes, ou si l'on veut sur le perfectionnement survenu

767. *Conclusion.* — Si nous résumons maintenant les divers faits que nous avons passés en revue dans cet ouvrage, nous verrons que l'étude de la nature inorganique et celle de la nature vivante nous conduisent à reconnaître que les phénomènes qui ont eu lieu à la surface du globe dans les temps anciens, sont analogues à ceux qui s'y passent maintenant, et qu'ils n'en diffèrent que par une énergie qui se conçoit aisément dès que l'on suppose que notre planète a été à l'état de fluidité ignée; hypothèse à laquelle nous conduit le concours uniforme des conclusions tirées de la physique, de la chimie et de la physiologie.

768. *Division des terrains en deux séries.* — Nous avons vu également que dans cette hypothèse l'on peut distinguer deux séries de terrains : l'une que nous désignons par l'épithète de *neptunienne*, parce que les eaux ont joué un rôle important dans sa formation; l'autre que nous appelons *plutonienne*, parce que nous supposons qu'elle a été formée par la voie sèche. La première de ces séries s'est formée de bas en haut par l'addition de couches successives, dont la position relative est encore susceptible d'être reconnue, sauf quelques incertitudes dont les causes s'expliquent aisément; mais la se-

dans la nature vivante, aucun argument contre l'immatérialité de l'âme de l'homme; on doit éviter de confondre l'ordre moral et l'ordre physique; car, de même que nos croyances religieuses ne doivent pas nous empêcher de voir les faits de la nature tels qu'ils sont, nous devons encore moins nous appuyer sur quelques observations faites avec nos sens grossiers, pour attaquer des dogmes qui tiennent à un ordre de choses tout différent.

Du reste, quoique je considère les êtres vivants d'aujourd'hui comme provenant, par la voie de reproduction, de ceux des temps anciens, je n'entends pas dire que l'homme doive reconnaître un polype comme la première souche de sa noble race. Mais, quand il serait vrai que l'espèce humaine aurait subi les mêmes changements de formes que nous présente l'ensemble de la nature vivante, cette circonstance ne ferait rien à l'existence du principe immatériel dont la religion nous apprend que Dieu a doué l'homme, ce principe étant aussi compatible avec d'autres formes qu'avec celles qui distinguent l'homme d'aujourd'hui. Mais il y a plus, c'est qu'aucun des faits constatés par les observations géognostiques, ne peut être considéré comme destructif de la relation contenue dans la Genèse; nous ne pouvons, par exemple, nous prévaloir de nos observations négatives pour dire que l'homme n'a pas été créé le même jour que les animaux terrestres : la seule conclusion forcée qui résulterait de cette circonstance combinée avec les hypothèses admises dans ce volume, c'est que si l'homme existait au moment de la formation des terrains houillers, ses poumons étaient organisés d'une manière qui lui permettait de vivre dans une atmosphère contenant une quantité d'acide carbonique suffisante pour faire mourir les hommes d'aujourd'hui. Or, il y a deux choses à remarquer à cet égard : l'une, c'est que cette hypothèse de l'abondance de l'acide carbonique n'est qu'un accessoire du système général adopté pour l'explication des phénomènes géologiques; l'autre, c'est que la Genèse nous conduit elle-même à supposer que les premiers hommes étaient doués d'un système respiratoire différent de celui dont jouissent les hommes d'aujourd'hui; car ce qu'elle nous rapporte de leur longévité, annonce un ordre de choses plus ressemblant à ce qui se passe maintenant chez les reptiles et chez les poissons, qu'à ce qui a lieu chez les hommes actuels.

conde, qui a dû se former dans le sens opposé, c'est-à-dire, de haut en bas, est entièrement hypothétique, en ce sens que les dépôts que nous considérons comme sa première assise, pourraient bien appartenir à la série neptunienne, et que les dépôts que nous croyons provenir des assises inférieures pourraient, à la rigueur, n'être que des terrains neptuniens modifiés par les feux souterrains.

769. Du reste, c'est une circonstance très-remarquable, et en même temps très-favorable à la théorie que nous avons adoptée, de voir que, malgré la différence qui existe dans le mode de formation que nous attribuons aux terrains neptuniens et plutoniens, chacune de ces deux séries concourt également à confirmer l'âge relatif que, pour des motifs différents, nous avons attribué aux divers groupes qui composent l'écorce solide du globe.

On a vu, en effet, que l'ordre que nous attribuons aux terrains neptuniens est fondé sur les superpositions de ces terrains, et sur ce que les corps organisés qu'ils recèlent se rapprochent toujours plus de ceux de l'époque actuelle, à mesure que l'on s'avance dans la série; tandis que l'ordre attribué aux terrains plutoniens est fondé sur leur rapprochement graduel avec les substances rejetées par nos volcans. Or, quoique ces deux séries présentent des roches qui deviennent toujours plus différentes, à mesure que l'on s'avance dans chacune, la liaison des membres d'une série avec ceux de l'autre se fait toujours de manière à confirmer l'ordre qui leur est attribué dans leurs séries respectives. C'est ainsi que le terrain granitique présente ses principales liaisons avec le terrain talqueux; que le terrain porphyrique se lie avec les terrains hémilysiens et ammonéens; que les terrains basaltiques et trachytiques étendent leur relations jusqu'aux terrains tériaires, et que le terrain volcanique se lie avec les terrains modernes et se forme encore sous nos yeux.

770. Il résulte de ce qui précède, que l'ensemble de notre tableau de classification des terrains exprime l'*ordre de structure* de l'écorce du globe, en allant de l'extérieur à l'intérieur; que cet ordre peut être considéré comme positif jusqu'aux terrains granitiques, mais qu'il est purement hypothétique pour les groupes suivants, à l'égard desquels il exprime seulement la position où nous supposons que se trouvent les masses d'où ont été détachées les parcelles qui sont parvenues à nos yeux.

Pour que ce tableau exprimât l'ordre des consolidations ou des mises en place, il faudrait prendre, pour point de départ, la séparation entre les terrains hémilysiens et agalysiens, et aller d'un côté de bas en haut, et de l'autre de haut en bas.

TABLE ANALYTIQUE

DES

LIVRES, CHAPITRES ET SUBDIVISIONS.

Pages.

TABLEAUX, PLANCHE ET CARTE A PLACER A LA FIN DU VOLUME.

—

A. Tableau des principales divisions géographiques de la terre.

B. Tableau synoptique des terrains.

C. Idée de la structure de la partie supérieure de l'écorce du globe.

D. Carte géognostique de la France et des contrées voisines.

N. B. Cette carte dressée de 1810 à 1813, et publiée pour la première fois dans les *Annales des mines* de 1822, a été rectifiée d'après des renseignements que MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont ont bien voulu communiquer en 1835. Mais on ne doit pas perdre de vue qu'une carte sur une aussi petite échelle ne peut donner qu'un aperçu général de la disposition géographique des terrains, et que l'on a dû y négliger une foule de détails qui pourraient figurer sur une carte plus étendue. Il est à remarquer aussi que presque toute la surface des terres étant recouverte par des dépôts meubles, modernes ou tériaires, on s'est abstenu d'indiquer ces dépôts partout où l'on connait les dépôts cohérents inférieurs.

TABLE

ALPHABÉTIQUE.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

X

Y

Z

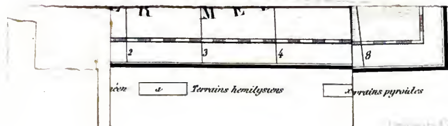
FIN.

A.

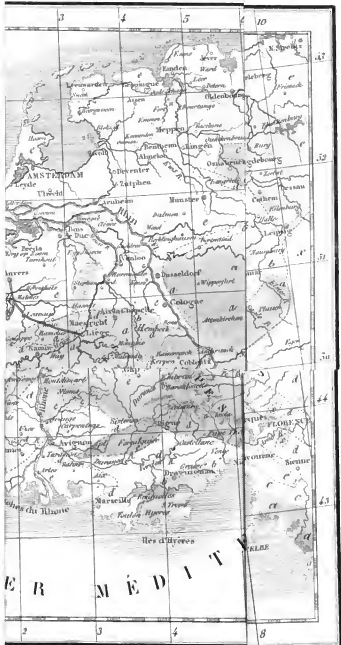
(SYN)OPTIQUE DES TERRAINS.

PRINCIPALES DIVI(SIONS)		(GRO)UPES (...)IAUX.		ÉTAGES, SYSTÈMES, MEMBRES, ou MODIFICATIONS PRINCIPALES.	CLASSES. MÉTHODE ACCESSOIRE.
OCÉANIE....	POLYNÉ(SIE)	(ma)dréporique		Bancs de madrépores.	
		(t)urbeux...........		Tourbe.	
		(dé)tritique		Terre végétale. Terres arides. Éboulis. Moraines. ? Sables salifères.	
		(tr)iasique. . .	supérieur *ou* keuprique.	Limon. Dépôts arénacés. Grès de Stuttgart. Marnes irisées. Lignite de Gaildorf.	
			moyen *ou* conchylien.	Calcaire de Friedrichshall. Dépôt salifère de Souabe. *Wellenkalk.*	
			inférieur *ou* pœcilien.	Grès de Nébra. Grès des Vosges.	
		(pe)néen. . . .	supérieur.. moyen. . . inférieur. .	*Zechstein.* *Kupferschiefer.* *Todtliegende.*	
		(ho)uiller		Houille à fougères.	TERRAINS PRIMORDIAUX.
		(an)thraxifère.	supérieur..	calcareux. quartzo-schisteux.	
			inférieur. .	calcareux. quartzo-schisteux.	
	AUSTRA(LIE)	(ard)oisier...........		schisteux. quartzeux.	
		(tal)queux...........		Stéaschiste. Quartz. Calcaire. Micaschiste. Gneisse.	
		(gra)nitique..........		Granite.	
		(por)phyrique.........		rouge ou quartzifère. vert ou ophiolitique. noir ou pyroxénique.	
		(bas)altique		massif et cristallin. congloméré et meuble.	TERRAINS PYROÏDES.
		(tra)chytique..........		massif et cristallin. congloméré et meuble.	
		(vol)canique..........		Laves. congloméré et meuble.	

A PARTIE SUPÉRIEURE DE L'ÉCO



ELQUES CONTRÉES VOIS



éen | *a* *Terrains hemilysiens* | *Terrains pyroïdes*





